CAMILA MARION

**Função da Baía de Todos os Santos, Bahia, no ciclo de vida da
Arraia-branca, *Dasyatis guttata* (Elasmobranchii: Dasyatidae)**

Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências, Programa de Oceanografia, área de Oceanografia Biológica.

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Lucy Satiko Hashimoto Soares

**São Paulo
2015**

Universidade de São Paulo
Instituto Oceanográfico

Função da Baía de Todos os Santos, Bahia, no ciclo de vida da Arraia-branca, *Dasyatis guttata* (Elasmobranchii: Dasyatidae)

Camila Marion

Tese apresentada ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências, área
de Oceanografia Biológica.
(VERSÃO CORRIGIDA)

Julgada em 20/05/2015

Prof(a). Dr(a). Conceito

Prof(a). Dr(a). Conceito

Prof(a). Dr(a). Conceito

Prof(a). Dr(a). Conceito

Prof(a). Dr(a). Conceito

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	01
ÁREA DE ESTUDO	06
DESCRIÇÃO DOS PETRECHOS DE PESCA	09
 Capítulo 1 – Influências ambientais na captura de <i>Dasyatis guttata</i> em um estuário tropical.	20
INTRODUÇÃO	20
MATERIAL E MÉTODOS	21
Área de estudo	21
Coleta dos dados	22
Variáveis preditoras e variável resposta (CPUE)	23
Ajuste do modelo	23
RESULTADOS	25
DISCUSSÃO	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
 Capítulo 2 – Estrutura populacional e biologia reprodutiva de <i>Dasyatis guttata</i> na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.	42
INTRODUÇÃO	42
MATERIAL E MÉTODOS	43
Área de estudo e coleta das amostras	43
Coleta de dados	44
Análises dos dados	44
Distribuição da frequência de tamanho	44
Razão sexual e de jovens e adultos	45
Maturidade reprodutiva	45
Ciclo reprodutivo	45
Fecundidade	46
RESULTADOS	46
Distribuição da frequência de tamanho	46
Razão sexual e de jovens e adultos	47
Maturidade reprodutiva	47
Ciclo reprodutivo	47
Fecundidade	48
DISCUSSÃO	49
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	55
 Capítulo 3 – Idade e crescimento de <i>Dasyatis guttata</i> na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.	71
INTRODUÇÃO	71
MATERIAL E MÉTODOS	72
Amostragem dos exemplares	72

Preparação das vértebras	73
Leitura dos anéis etários	73
Variação na estrutura de tamanho corpóreo (<i>LD</i>) entre machos e fêmeas	74
Relação entre largura de disco (<i>LD</i>) e massa total (<i>MT</i>)	74
Relação largura entre disco (<i>LD</i>) e raio da vértebra (<i>RV</i>)	74
Consistência e precisão	74
Periodicidade e época de formação dos anéis etários	75
Modelos de crescimento	76
RESULTADOS	77
Relação entre largura de disco (<i>LD</i>) e massa total (<i>MT</i>) e variação na estrutura de tamanho corpóreo entre machos e fêmeas	77
Estrutura da amostra de vértebras	77
Relação entre largura de disco (<i>LD</i>) e raio da vértebra (<i>RV</i>)	77
Consistência e precisão das leituras	78
Periodicidade e época de formação dos anéis etários	78
Modelo de von Bertalanffy	78
DISCUSSÃO	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
 Capítulo 4 – Variabilidade alimentar de <i>Dasyatis guttata</i> (Elasmobranchi: Dasyatidae) na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.	100
INTRODUÇÃO	100
MATERIAL E MÉTODOS	101
Área de estudo e coleta de dados biológicos	101
Procedimentos laboratoriais e análise dos dados	102
RESULTADOS	104
Composição da dieta	104
Variação da dieta por classe de tamanho de machos e fêmeas	105
Variação temporal da dieta	106
Estratégia alimentar	106
DISCUSSÃO	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
 Capítulo 5 - Conhecimento tradicional de aspectos biológicos e ecológicos de <i>Dasyatis guttata</i> : Subsídios para gestão pesqueira	131
INTRODUÇÃO	131
MATERIAL E MÉTODOS	133
RESULTADOS	134
Percepções ambientais na pesca	134
Percepção de impactos na produção pesqueira	137
Percepções sobre a biologia e ecologia de <i>Dasyatis guttata</i>	138
DISCUSSÃO	138

Percepções ambientais na pesca	139
Percepção de impactos na atividade pesqueira	142
Percepções sobre a biologia de <i>Dasyatis guttata</i>	145
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES	163

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho teve a participação e ajuda de muitas pessoas, assim, vou tentar expressar um pouco dessa gratidão aqui em poucas palavras.

Agradeço primeiramente minha orientadora, Lucy, por ter me apresentado a BTS, um lugar singular e com uma lacuna enorme de estudos e de ter acreditado no meu potencial. À sua organização, inúmeros ensinamentos e discussões, fundamentais para meu aprimoramento como pesquisadora e pessoa, além de sua amizade e carinho.

Aos pescadores e comerciantes de peixe de São Francisco do Conde, nas pessoas dos senhores Domingos (Mariano), Antônio Firmino (Piti), Estevão, Deni, Cristiano, Wilson, Eder e Nito. Obrigada por disponibilizarem as vísceras das raias, além do tempo dispendido para a retirada das medidas e das vísceras. Em especial, ao Sr. Mariano e sua esposa Valdeci (Tica), por todo apoio no desembarque, na retirada das vísceras, mas também na hospitalidade na casa de vocês, como se eu fosse da família. Aos inúmeros almoços e cervejadas, discussões sobre a pesca e a vida.

Ao Sr. Eurilton Roberto dos Santos (Dinda) por me acompanhar nas comunidades de Bom Jesus dos Passos e Paramana.

Aos pescadores e comerciantes de peixe de Bom Jesus dos Passos Adolfinho, César, Manoel, Veinho, Girilly, Tiago (Bu), Juninho, Luciano (Carquete), José Carlos (Zé), Edson (Buja), Juninho (Cabeção), Nando, Mandoca, Cabinho, Derivaldo, Vitor, Diego, Marcelo (Filó), Valfredo, Garapau, Coelho, Barão, Antonio (Perereca) (*in memorian*), Cinval (Palei), Antonio Carlos (Caji), Mistinho, Meu cabelo, Pancho, Roque, Neto, Rafael, Chalita, Júlio, Adelsio (Índio), Oscar, Ivan, Nélio, Bogé, Biju, Nim, Rodrigo, Carapeba, Luciano (Tubarão) e Ney. Obrigada por disponibilizarem as vísceras das raias, além do tempo dispendido para a retirada das medidas e das vísceras. Em especial, agradeço aos amigos: Ulisses Sá (Curió) por ter me apresentado a todos os pescadores de Bom Jesus, as longas conversas sobre a pesca e sobre a vida; Rogério (Cabeludo) por me acompanhar nos desembarques, retirando as vísceras e me inserindo mais na comunidade; Veinho (Valdivino) e Olavo (Lau), pelo tempo disponibilizado, ajuda na retirar as vísceras dos peixes e lembrança de pedir sempre para os pescadores de trazer alguns exemplares inteiros. Além disso, agradeço por todo o carinho, amizade e atenção.

Aos pescadores César, Cabeção e ao Veinho, por guardarem a raia preta, *Pteroplatytygon violacea*, para o primeiro registro dela dentro da BTS.

À Dona Ana, minha amiga, mãezona e companheira de todas as horas. Por ter aceitado ir para campo comigo, trabalhar em baixo do sol quente, até a hora que for. Também pelos inúmeros almoços feitos pela melhor cozinheira arretada de Bom Jesus. Obrigada por tudo mesmo!!!

A toda a comunidade de São Francisco do Conde e Bom Jesus dos Passos, onde encontrei amigos muito especiais que levo no coração desde então: Solange, Vanuza, Daday, Dona Zefa, Roberto, Lilian, Larissa, Dona Senhora, Lídia, Lusa, Luiz (Di Luiz), Daniel, Cosme, Natan, Ivan, Rosana, e os

pecadores e comerciantes citados acima, e outros que por ventura minha memória falhar.

Em especial ao Luiz (Di Luiz), que tem a melhor pousada da Bahia. Obrigada por me permitir que uma salinha de sua pousada se transformasse no meu laboratório. Agradeço a sua amizade, carinho e festinhas.

Ao Antônio Jorge Teixeira (Jorginho), presidente da Colônia de Bom Jesus dos Passos, por todas as informações prestadas e pela divulgação das reuniões com os pescadores.

Ao Prof. Dr. George Olavo, Dr. Paulo Duarte e Dra. Jailza por toda ajuda durante as coletas e apoio com material de campo. Em especial ao Olavo que me acompanhou nas comunidades, me direcionou no delineamento do projeto, transmitindo um pouco do seu conhecimento.

Ao Riguel Feltrin Contente, meu amigo, companheiro e marido. Obrigada pelo apoio, longas discussões, e ajuda detalhada nas revisões nos textos e bibliografia. Além, lógico, do seu amor e carinho. TE AMO!!!

Ao César Santificetur, Thiago Balbi e Carolina Siliprandi pelas discussões sobre a leitura das vértebras e metodologias de análises.

Ao doutorando Diogo Barcellos por toda a instrução na aplicação dos modelos de crescimento do R e sugestões do capítulo de crescimento. Nossa parceria apenas começou.

Ao doutorando Maurício Shimabukuro e a técnica Sandra Bromberg pela ajuda na identificação dos itens alimentares, principalmente dos poliquetas.

A Fernanda (Ursa), pela ajuda na limpeza das vértebras. Agradeço sua atenção com o material e carinho comigo.

Ao artista Alexandre Yoshihiro Gomes Arackawa pelos esquemas detalhados dos petrechos de pesca.

À Marcella Giaretta pela ajuda na confecção das referências bibliográficas.

Ao Dr. Fábio Caltabellotta por auxiliar no preparo e corte das vértebras.

Aos amigos de Laboratório e dos laboratórios agregados: Marinella, Fernanda (Ursa), Lídia (Lêndea), Priscila (*in memorian*), Cláudia, Tulita, Rafael, Marcella, Alexandre (Japa), César, Valéria, Diogo, Lourdes, Marina, Felipe, Maurício (Mau), Thiago, Jana, Andrews, Eudriano, Daniella Baleia, Carolina, Andreia, Caiuá, Mariana, Paola, Fábio; e os que já passaram por aqui, Venâncio, Camilla, Marquinhos, Silvia, Caio, Juliana, Michel e Thassya. Em especial a amiga de todas as horas, choros, risadas, Marinella.

Aos amigos, professores e doutores: Marcos César, Marcelo Melo, June Dias, Christian Millo, Frederico Brandini, Carmen e Lucy.

Ao Prof. Dr. Gilberto Paula e ao Gerson Kumagaia do IME, por rodar o modelo das influências ambientais na CPUE de *D. guttata*, todas as aulas, conversas e discussões.

Ao Prof. Dr. Antonio Olinto e ao Dr. Michel Gianeti, por todas as críticas, sugestões e discussões válidas na minha qualificação.

Aos Professores e doutores: June Dias, Carmen Lucia Wongtschowski, Mário Katsuragawa, Lucy Soares, Thaís Corbisier, Phan Van Ngan, Joseph Harari, Mônica Petti, Alexandre Turra, Mauro Rufino e Viviana pelos ensinamentos transmitidos em discussões e durante as disciplinas. Além da valiosa contribuição das discussões sobre o estudo de idade e crescimento com a Profa. Dra. Carmen Lucia Wongtschowski.

Ao Prof. Dr. Marcos César Oliveira Santos pela monitoria do estágio PAE e todo ensinamento transmitido.

Aos ex-orientadores, Prof. Dr. Itamar Alves Martins e Prof. Dr. Otto Bismarck Gadig, que sempre me estimularam na minha jornada e me mostraram esse mundo fantástico que são os elasmobrânquios.

Aos funcionários do IO, em especial as secretárias; Marlene Camacho, Ana Paula, Silvana, Letícia e Fátima; os funcionários da biblioteca: Wagner, Cidinha e Maria, da informática: Valter e Nilson; e aos técnicos: Sandra Bromberg, Maria de Lourdes, André e Davi, pela competência e apoio sempre.

A meus avós, Ronaldo e Ilka e meus tios, Ronaldinho e Edina, por todo apoio de vocês, hospitalidade na casa de vocês e carinho.

À minha família pai, Antônio, mãe, Sandra, e irmão Tiago, pelo apoio e incentivo para que nunca desistisse desse sonho. Obrigada eternamente pelo carinho de vocês.

A sogrinha, Janete e irmãos agregados, Débora, Rovená, Bruno, Raiguer, Maíam, Guilherme, Chaula, Renato e Max pelo carinho e atenção. Além do sobrinho mais fofo do mundo, Miguelzinho.

Aos amigos eternos: Livia, Carla, Alessandra, Mônica, Bruna, Flavia, Marina, Juninho, André (Dé), Paulo (PC), Paula (Pcélia), Cláudio, Paula, Marcela, Alexandre e Júlio pelos momentos relax fundamentais.

À existência do café, chocolate e creme de massagem.

À Capes pela bolsa inicial cedida e à FAPESP pela bolsa (2011/12660-0) e Auxílio Regular (2011/10529-3) cedido.

“Quando eu tinha 5 anos, minha mãe sempre me disse que a felicidade era a chave para a vida. Quando eu fui para a escola, me perguntaram o que eu queria ser quando crescesse. Eu escrevi “feliz”. Eles me disseram que eu não entendi a pergunta, e eu lhes disse que eles não entendiam a vida”.

John Lennon

ÍNDICE DE FIGURAS

Introdução

Figura 1. Exemplar de fêmea de <i>Dasyatis guttata</i> descarregada na Ilha de Bom Jesus dos Passos.	05
Figura 2. Mapa da Baía de Todos os Santos, com as respectivas fácies do sedimento e os locais de descarregamento acompanhados, SFC=São Francisco do Conde e BJP=Ilha de Bom Jesus dos Passos (Extraído de Cirano & Lessa, 2007). IM=Ilha de Maré, IF = Ilha dos Frades.	08
Figura 3. Médias diárias de precipitação de estação meteorológica de Salvador (Fonte: IMNET, 2014).	09
Figura 4. Esquematização dos principais petrechos na pesca de raias da Baía de Todos os Santos. A=Grozeira; B=Arraieira (Esquema de Alexandre Arackawa).	12
Figura 5. Esquematização dos principais petrechos na pesca de raias da Baía de Todos os Santos. A=Boia; B=Linxeiro (Esquema de Alexandre Arackawa).	13
Figura 6. Covo com as iscas utilizadas na pesca de raia com anzol (grozeira e boia) na Baía de Todos os Santos.	14

Capítulo 1.

Figura 1. A Baía de Todos os Santos, sua localização na costa norte do Brasil, as quatro áreas de pesca (A1 – A4) e Bom Jesus dos Passos (1), local de descarregamento da pesca de <i>Dasyatis guttata</i> onde foram obtidos os dados de captura e informações da pesca (pesqueiro e esforço de pesca).	35
Figura 2. Foto documental de raias <i>Dasyatis guttata</i> descarregadas na ilha de Bom Jesus dos Passos.	36
Figura 3. Distribuição das frequências de CPUE de <i>Dasyatis guttata</i> da Baía de Todos os Santos.	36
Figura 4. Gráfico da distância de Cook, para identificação de descarregamento pesqueiro de <i>Dasyatis guttata</i> com dados discrepantes ao modelo final ajustado da relação entre CPUE e variáveis preditoras de interesse.	37
Figura 5. Gráfico da análise de resíduos do ajuste do modelo final para a CPUE de <i>Dasyatis guttata</i> na Baía de Todos os Santos. As linhas sólidas indicam o intervalo de confiança (95%).	38
Figura 6. Box-plots da variação da CPUE de <i>Dasyatis guttata</i> na BTS em função das variáveis preditoras que melhor explicaram tal variação de acordo com MLG. Valores entre parênteses indica o número de observações por nível de cada variável preditora.	39
Figura 7. Gráfico de barras da CPUE estimada para descarregamentos de <i>Dasyatis guttata</i> na Baía de Todos os Santos.	39

Capítulo 2

Figura 1. A Baía de Todos os Santos, sua localização na costa norte do Brasil, as quatro áreas de pesca (A1 – A4) e Bom Jesus dos Passos (1), local de descarregamento da pesca de <i>Dasyatis guttata</i> onde foram obtidos os dados de captura e informações da pesca (pesqueiro e esforço de pesca).	60
---	----

- Figura 2.** Fotos documentais de aspectos reprodutivos de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos. (A) embrião macho; (B) Embrião a termo fêmea; (C) Útero de *Dasyatis guttata*, contendo embrião e “leite uterino”. 61
- Figura 3.** Distribuição dos exemplares por classe de largura de disco (cm) de *Dasyatis guttata* capturados entre janeiro de 2012 e janeiro de 2013 na Baía de Todos os Santos. 61
- Figura 4.** Distribuição de classe de largura do disco de *Dasyatis guttata* amostradas por mês entre Janeiro de 2012 e Janeiro de 2013, na Baía de Todos os Santos. Eixo y com escalas diferentes. 62
- Figura 5.** Distribuição por classe de comprimento de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos por área. M= Macho. F=Fêmea. N=número de exemplares amostrados. A1= área 1. A2=área 2. A3=área 3. A4=área 4. 63
- Figura 6.** Proporção (%) de machos e fêmeas de *Dasyatis guttata* capturados na Baía de Todos os Santos, por mês, entre janeiro de 2012 e janeiro de 2013. $\curvearrowright P < 0,05$ 63
- Figura 7.** Proporção (%) de exemplares jovens e adultos de *Dasyatis guttata* capturados na Baía de Todos os Santos, por mês, entre janeiro de 2012 e janeiro de 2013. () número de exemplares amostrados. $\curvearrowright P < 0,05$. 64
- Figura 8.** Proporção (%) de machos e fêmeas e de jovens e adultos de *Dasyatis guttata* capturados entre Janeiro de 2012 a Janeiro de 2013 na Baía de Todos os Santos, por área. A1= área 1. A2=área 2. A3=área 3. A4=área 4. $\star P < 0,05$ 64
- Figura 9.** Curva logística do percentual de adultos de *Dasyatis guttata* por classe de Largura de disco (cm) na Baía de Todos os Santos. (a) macho (n = 339), (b) fêmea (n = 432) 65
- Figura 10.** Distribuição dos estádios de maturidade reprodutiva por mês, entre Janeiro de 2012 e Janeiro de 2013, para machos e fêmeas na Baía de Todos os Santos. A=Imaturo; B=Em Maturação; C=Adulto. () número de exemplares amostrados. 66
- Figura 11.** Box-plots da Relação gonadossomática (RGS) e hepatossomática (HPS) de fêmeas (A, C) e machos (B, D) de *Dasyatis guttata* entre Fevereiro de 2012 e Janeiro de 2013. Meses de 1 a 12 correspondem de Fevereiro de 2012 a Janeiro de 2013, consecutivamente. 67
- Figura 12.** Frequência de fêmeas grávidas de *Dasyatis guttata* entre janeiro de 2012 e janeiro de 2013 na Baía de Todos os Santos 68
- Figura 13.** Largura de disco de embriões de *Dasyatis guttata* entre janeiro de 2012 e janeiro de 2013 na Baía de Todos os Santos. Meses de 1 a 13 correspondem a janeiro de 2012 a janeiro de 2013, consecutivamente. N=100. 68
- Figura 14.** Número de embriões por classe de largura de disco (LD) das fêmeas de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos. Linha contínua: média, linha pontilhada: Mediana. 69
- Capítulo 3**
- Figura 1.** A) Vértex fixadas em lâminas microscópias com a resina adesiva, B) amostra anterior e posterior ao corte do *centrum*, respectivamente. 90

- Figura 2.** Seção da vértebra de macho (largura de disco = 48,0 cm) de *Dasyatis guttata* de 7 anos da Baía de Todos os Santos. Cada seta representa um anel de crescimento. Rv = raio da vértebra; MN = marca de nascimento. 91
- Figura 3.** Relação entre massa e largura de disco de fêmeas (A) e machos (B) de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos. 92
- Figura 4.** Frequência de intervalo de largura de disco dos exemplares com os quais foi conduzida a análises de crescimento de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos. 93
- Figura 5.** Relação linear relacionando o raio da vértebra e a largura de disco de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos. 93
- Figura 6.** Média, desvio padrão (barras) e coeficiente de variação (número acima de cada observação) do raio de cada anel em relação ao raio total da vértebras de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos. 94
- Figura 7.** Comparação de duas leituras de anéis sucessivas e independentes dos cortes das vértebras de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos. Os pontos e as barras representam, respectivamente, a média e o desvio padrão do número de marcas identificadas na segunda leitura para todos os exemplares pertencentes ao mesmo grupo de marcas lidas no primeiro momento. O número acima de cada ponto é o total de indivíduos de cada faixa de idade analisados nas leituras. 94
- Figura 8.** Box-plots da variação sazonal do incremento marginal (IM) para sexos grupados de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos. (A) exemplares com 7 anéis, (B) exemplares grupados com 6, 7 e 8 anéis. Valor entre parênteses indica número de vértebras analisadas por estação. Linha pontilhada = a média e linha contínua é a mediana 95
- Figura 9.** Frequência de formação de zona opaca e translúcidas por estação do ano na borda das vértebras de machos e fêmeas de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos. (A) exemplares com 7 anéis, (B) exemplares grupados com 6, 7 e 8 anéis. Valor entre parênteses indica número de vértebras analisadas por estação. 96
- Figura 10.** Curva de crescimento para fêmeas (A) e machos (B) de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos representadas pelo, o modelo de von Bertalanffy modificado de Beverton & Holt, (1957) com dados retrocálculados. 97
- Capítulo 4**
- Figura 1.** Área de estudo (Baía de Todos os Santos) e os locais de descarregamento São Francisco do Conde (1) e Bom Jesus dos Passos (BJP) de onde foram obtidos os exemplares para análise da dieta de *Dasyatis guttata*. 119
- Figura 2.** Principais presas de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos. (A) Thalassinidea; (B) Alpheidae. 120
- Figura 3.** Dendrograma de similaridade (Índice de Bray-Curtis) da composição da dieta de machos (M) e fêmeas (F) de *Dasyatis guttata* em diferentes classes de tamanho de largura de disco. Composição de dieta descrita pelo % IIR. Grupos conectados por linha vermelha indica ausência de diferença significativa ($P > 0.05$). **F1 e M1** = 31,5 – 46,5 cm; **F2 e M2** = 46,5 -61,5 cm; **F3**=61,5-76,5 cm; **F4**=76,5-91,5 cm; **F5**= 121

91,5-106 cm LD.

Figura 4. Variação do %IIR dos principais itens em relação do tamanho (classes de tamanho – LD em cm) de machos e fêmeas de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos. Número em parênteses indica quantidade de estômagos com alimento analisados. 122

Figura 5. Dendrograma de similaridade (Índice de Bray-Curtis) da composição da dieta de *Dasyatis guttata* entre estações do ano. Indivíduos agrupados por estação sazonal. Dieta descrita por %IIR Grupos conectados por linha vermelha indica ausência de diferença significativa ($P > 0.05$). 123

Figura 6. Variação do %IIR dos principais itens da dieta de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos ao longo de estações sazonais. Número em parênteses indica quantidade de estômagos com alimento analisados. 124

Figura 7. Relação entre %Pi e %FO para representar a estratégia alimentar de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos. 125

Capítulo 5

Figura 1. A Baía de Todos os Santos, sua localização na costa norte do Brasil, as quatro áreas de pesca (A1 – A4) e os locais de descarregamento (pontos vermelhos), onde 1= São Francisco do Conde, 2 = Bom Jesus dos Passos. 154

Figura 2. Fotos documentais. A) acompanhamento de pesca de raia por rede de espera em São Francisco do Conde (SFC), B) acompanhamento de limpeza e pesagem (kg) das raias em Bom Jesus dos Passos (BJP), e C) conversa informal com pescador de SFC. 155

Figura 3. Esquematização da aplicação do questionário, os três aspectos principais e respectivos itens abordados no questionário. () tempo em anos na atividade de pesca do entrevistado. 156

Figura 4. Ciclo e classificação da maré baseados nas fases lunares percebidos por pescadores de Bom Jesus do Passos e São Francisco do Conde (Bahia, Brasil) (extraído de Souto, 2004). 157

ÍNDICE DE TABELAS

Capítulo 1.

Tabela 1. Variáveis preditoras e seus respectivos níveis utilizados para testar suas influências na variabilidade de CPUE de *Dasyatis guttata* descarregada pela pesca artesanal baseada em Bom Jesus dos Passos, Baía de Todos os Santos. n = número de descarregamentos. * indica as variáveis categóricas, as demais são contínuas. As áreas de pesca estão apresentadas na figura 1 e suas características ambientais detalhadas na tabela 2. 40

Tabela 2. Classificação das áreas de captura na Baía de Todos os Santos de *Dasyatis guttata* descarregadas em Bom Jesus dos Passos. 41

Tabela 3. Estimativas, erros-padrão aproximados e valores-*P* dos coeficientes do modelo final ajustado da relação entre CPUE de *Dasyatis guttata* e variáveis preditoras ambientais e temporais da Baía de Todos os Santos. * valor significativo. 41

Capítulo 2.

Tabela 1. Características das áreas de captura de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos, com base em Cirano & Lessa (2007). 70

Tabela 2. Classificação de estágio de maturidade para machos e fêmeas de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos. 70

Capítulo 3.

Tabela 1. Número de exemplares analisados por idade estimada, amplitude de largura de disco, média ($\bar{X}$) de largura de disco, idade média ($\bar{X}$) estimada, desviopadrão (DP) da idade e índice de precisão da leitura (APE) para fêmeas e machos de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos. 98

Tabela 2. Número de indivíduos retrocalculados (NR) e os parâmetros (LD_{∞} , k,) de crescimento e respectivos intervalos de confiança (IC) e t_0 para machos e fêmeas de *Dasyatis guttata*. * $P < 0,001$. LD_{∞} largura de disco máxima, k taxa de crescimento, IC intervalo de confiança, t_0 comprimento quando a idade é zero. 99

Tabela 3. Estudos de idade e crescimento com Dasiatídeos. IM: idade máxima estimada, anos; LD_{∞} : largura de disco máxima, cm; k: taxa de crescimento.* estudo realizado para sexo agrupado. 99

Capítulo 4

Tabela 1. Frequência de ocorrência (%FO), Frequência numérica (%FN), Massa porcentual (%M) e Índice de Importância Relativa (%IIR) dos itens alimentares e dos respectivos táxons superiores presentes na composição da dieta de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos. n° total de estômagos contendo alimento = 494. n.i. = item não identificado. “*”- valor $< 0,01$. 126

Tabela 2. Índice de Importância Relativa (%IIR) dos itens alimentares de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos, por classe de Largura de Disco (LD-cm) de fêmeas e machos. n.i. = item não identificado. “*”valor $< 0,01$. 127

Tabela 3. Matriz de similaridade de Bray-Curtis da dieta de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos baseada em %IIR. F=Fêmea; M=Macho; 1= 31,5-46,5 cm de LD; 2 = 46,5-61,5 cm de LD; 3=61,5-76,5 cm de LD; 4=76,5-91,5 cm de LD; 5= 91,5-106 cm de LD. 127

Tabela 4. Análise <i>SIMPER</i> revelando os principais itens alimentares de <i>Dasyatis guttata</i> responsáveis pela similaridade entre os grupos G1 e G2, identificados por dendrograma e análise <i>SIMPROF</i> associada. G1 = fêmea e machos com LD < 61,5 cm; G2 = Fêmeas com LD > 61,5 cm.	128
Tabela 5. Análise <i>SIMPER</i> revelando os principais itens alimentares de <i>Dasyatis guttata</i> responsáveis pela dissimilaridade entre os grupos G1 e G2, identificados por dendrograma e análise <i>SIMPROF</i> associada. G1 = fêmea e machos com LD < 61,5 cm; G2 = Fêmeas com LD > 61,5 cm.	128
Tabela 6. Índice de Importância Relativa (%IIR) dos itens alimentares de <i>Dasyatis guttata</i> da Baía de Todos os Santos, por estação do ano. n.i. = item não identificado. "0" - valor <0,01.	129
Tabela 7. Matriz de Similaridade de Bray-Curtis da dieta de <i>Dasyatis guttata</i> da Baía de Todos os Santos, por estação do ano.	129
Tabela 8. Análise <i>SIMPER</i> revelando os principais itens alimentares de <i>Dasyatis guttata</i> responsáveis pela similaridade entre os grupos E1 e E2, identificados por dendrograma e análise <i>SIMPROF</i> associada. E1 = verão1, verão2 e primavera; E2 = outono e inverno.	130
Tabela 9. Análise <i>SIMPER</i> revelando os principais itens alimentares de <i>Dasyatis guttata</i> responsáveis pela dissimilaridade entre os grupos E1 e E2, identificados por dendrograma e análise <i>SIMPROF</i> associada. E1 = verão1, primavera e verão2; E2 = outono e inverno.	130
Capítulo 5	
Tabela 1. Questões sistematizadas aplicadas aos pescadores de Bom Jesus dos Passos e São Francisco do Conde, Bahia.	158
Tabela 2. Classificação das áreas de captura de <i>Dasyatis guttata</i> na Baía de Todos os Santos, segundo Cirano & Lessa (2007).	159
Tabela 3. Percepção da influência de fatores ambientais dos pescadores na pesca de <i>Dasyatis guttata</i> , por local. Em itálico, as explicações das respostas.	160
Tabela 4. Percepção dos impactos ambientais e variação na produção de dos pescadores de <i>Dasyatis guttata</i> , por local.	161
Tabela 5. Conhecimento etnobiológico sobre <i>Dasyatis guttata</i> na Baía de Todos os Santos. Número de entrevistados=11. Em itálico, as explicações das respostas.	162

RESUMO

Dasyatis guttata é a espécie de raia mais abundante na Baía de Todos os Santos (BTS, Nordeste do Brasil), com um descarregamento pesqueiro atingindo a ordem de 900 t ao ano. A espécie também representa um dos principais componentes do nécton da BTS. Apesar dessa importância econômica e ecológica, não há informações sobre a dinâmica temporal e espacial, ecologia e biologia da espécie e a importância do uso dessa baía para a espécie. O objetivo do presente estudo foi descrever a utilização da BTS pela raia *D. guttata*, durante seu ciclo de vida (isto é, se a área é utilizada pela espécie para a reprodução, crescimento e alimentação), além de investigar a relação entre os conhecimentos tradicionais dos pescadores, com as informações biológicas e ecológicas das espécies obtidas nesse estudo e as informações da literatura. Para isso, foram acompanhados, mensalmente, descarregamentos de *D. guttata* em duas localidades da BTS, entre janeiro de 2012 e janeiro de 2013. Dos descarregamentos pesqueiros, foi registrada a biomassa total descarregada, local de captura do pescado e esforço pesqueiro. Informações temporais e espaciais foram obtidas para verificar o padrão de distribuição e abundância dessa espécie com esses fatores. De alguns exemplares, para análise dos dados biológicos, foram obtidos dados biométricos, órgão reprodutor e digestório e um conjunto de cinco vértebras. Questionário etnobiológico foi aplicado para descrever o conhecimento tradicional do pescador sobre percepções ambientais e ecológicas sobre BTS e *D. guttata*. Os resultados indicaram associação entre a abundância de *D. guttata* e a área de captura, a maré e a estações do ano. As fêmeas (31 e 105 cm de largura de disco, *LD*) foram significativamente maiores que os machos (16,5 - 78 cm *LD*). Tomando os dois sexos juntos, da moda ocorreu entre 43,5 e 52,5 cm de *LD*. Houve diferença significativa na proporção de macho e fêmea, sendo superior para fêmea. Verificou-se variação espacial por classe de tamanho, com maior proporção de exemplares jovens na porção noroeste da BTS, sugerindo uma provável área de berçário. As fêmeas ($L_{50}=60,4$) atingem a primeira maturidade reprodutiva com valores superiores aos machos ($L_{50}=41,9$). Detectou-se que essa espécie se reproduz ao longo do ano. A maior proporção de fêmeas grávidas, a presença dos maiores embriões, e dos maiores valores médios da relação gonadossomática e hepatossomática, no verão e primavera, indicam dois picos de cópula e o parto nesse período. Há indícios que a vitelogênese ocorra simultaneamente à gestação. A fecundidade uterina foi registrada de 3,5 embriões/gestação e a fecundidade ovariana de 2,7 ovócitos/gestação. *Dasyatis guttata* é um mesopredador generalista, consumindo uma ampla variedade de presas e, principalmente, os crustáceos *Thalassinidea* e *Alpheidae*. A ordem de importância desses itens principais é alterada significativamente com a estação do ano e a classe de tamanho. Houve alometria significativamente negativa entre a relação do peso do indivíduo com a *LD*, que indica um ganho de massa proporcionalmente menor com o aumento de *LD*. As fêmeas apresentaram maior tamanho máximo estimado e crescimento mais lento, comparado aos machos (fêmeas: $LD_{\infty}=169,8$, $k=0,03$; machos: $LD_{\infty}=80,3$, $k=0,07$). O conhecimento etnoecológico dos pescadores foi consistente os dados de literatura e aos aqui obtidos. As informações geradas neste trabalho podem contribuir para uma melhor compreensão do papel de *D. guttata* na BTS e podem ser utilizadas em modelagens ecológicas e pesqueiras. Tais informações estão disponíveis para o uso às diferentes instituições ligadas à pesca local para elaboração de planos de ordenamento pesqueiro e de conservação da espécie.

Palavras chaves: Myliobatiformes; Ciclo de vida; Elasmobranchii; Uso de habitat; Costa central do Brasil.

ABSTRACT

Dasyatis guttata is the most abundant stingray in Todos os Santos Bay (TSB, Northeast of Brazil), with fisheries landings up to 900t per year. It is also one of the most important nekton components of the TSB. Despite such an economic and ecological importance, there is no information about spatiotemporal dynamic, ecology and biology of the species, and information about the importance of this bay for this species. The aim of the present study was to describe the use of this bay by *Dasyatis guttata* in its life cycle, that is, if this bay is used for reproduction, growth and feeding, and to investigate the relation of the fisherman's biological and ecological traditional knowledge on this stingray with those obtained in this study and available in the literature. Landings survey of *D. guttata* was carried out monthly in two localities of TSB, between January 2012 and January 2013. The total landed weight and the site of the captures in the TBS were registered in each survey. Biometric data, reproductive and digestive organs and about five vertebrae centrum were obtained during the landings. Ethnobiological questionnaires were applied for describe the environmental and biological perception of the fisherman in relation of TSB and *D. guttata*. Several temporal and spatial data were taken and used as predictor variables to verify the species' distribution and abundance pattern. Results indicated a relationship between the *D. guttata* abundance and the local capture, tide and season. The females (31 - 105 cm Disc Width, *DW*) was significantly bigger than males (16.5 - 78 cm *DW*). Taken both sexes together, one fashion was verified between 43.5 e 52.5 cm *DW*. There were significant differences in proportion between male and female, being the females more numerous than males. Spatial variation of *DW* class was verified, with greater proportions of small-sized individuals in Northwest of TSB, suggesting a nursery area there. The females ($L_{50}=60.4$) reached the first maturity with a size larger than that for males ($L_{50}=41.9$). Reproduction is continuous throughout the year. Summer and spring are the most important mating and breeding season, as revealed by the higher proportion of gravid females, the biggest embryos, and highest median values of gonadosomatic and hepatossomatic relations. Uterine fecundity was 3.5 embryos/birth and the ovarian fecundity was 2.7 oocyte/birth. *Dasyatis guttata* is a generalist mesopredator, feeding upon a wide range of prey items, and mostly on the crustaceans Thalassinidea and Alpheidae. The ranking importance of these food items changed significantly with season and ray size. There are negative allometry between the weight and *DW*, indicating that, in TBS, the species gains proportionally smaller mass with increasing in *DW*. Females attained sizes larger than males and exhibited lower growth coefficients than those of males (females: $DW_{\infty}=169.8$, $k=0.03$; males: $DW_{\infty}=80.3$, $k=0.07$). The fishermen's ethnobiological knowledge was consistent with that from literature and obtained here. The information generated in this study contributes to a better understanding of the role of *D. guttata* in BTS and could be used in ecological and fisheries modeling. They are available for the use in fisheries-related institutions for the development of fishery management plans and conservation of the species in BTS.

Keywords: Myliobatiformes; life cycle; Elasmobranchii; habitat use; Central coast of Brazil.

INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, cerca de 60% da pesca no país é caracterizada como artesanal, produzindo mais de 500 mil toneladas de pescado por ano e renda para aproximadamente de 600 mil famílias de pescadores (Dias Neto, 2010). De acordo a classificação de Dias-Neto & Dornelles (1996), na Baía de Todos os Santos (BTS; costa nordeste do Brasil) a pesca é essencialmente artesanal. Os elasmobrânquios (tubarões e raias) são um importante componente da pesca artesanal ao redor do mundo (Camhi *et al.*, 1998). Os valores de captura muitas vezes não são adequadamente computados gerando estatísticas pesqueiras defasadas, as quais podem ser até quatro vezes menores ao total efetivamente capturado (Bonfil, 1997; Worm *et al.*, 2013). Essa defasagem de registros de capturas é devido à existência de pesca não regulamentada (ilegais), não reportada oficialmente ou a equívocos de identificação taxonômica (Iglésias *et al.*, 2010; Bornatowski *et al.*, 2013).

Além disso, para fins estatísticos, nos descarregamentos pesqueiros, os elasmobrânquios são usualmente agrupados na categoria “tubarões” ou “raias” (IBAMA, 2008; Soares *et al.*, 2009; 2011). Tal perda da identidade taxonômica das espécies de elasmobrânquios descarregadas gera perda de informações sobre a localidade de captura e particularidades biológicas das espécies (*e.g.* época reprodutiva, fecundidade, dieta, entre outros), bem como sobre os fatores ecológicos que influenciam a abundância e distribuição das espécies dos sistemas onde são exploradas. Essas informações são necessárias para a compreensão da dinâmica e função desses organismos, avaliações de impactos e ordenamento pesqueiros (Lessa *et al.*, 2005; Heithaus *et al.*, 2013).

O Plano Nacional de Manejo de Elasmobrânquios do Brasil (Lessa *et al.*, 2005) recomenda que, como medida prioritária, aspectos biológicos básicos (*e.g.* estrutura populacional, composição em tamanho e sexo, dieta, reprodução, idade entre outros) das inúmeras espécies de elasmobrânquios da região central da costa brasileira sejam elucidados. No entanto, desde a data da publicação do mencionado plano, poucos trabalhos abordaram essas temáticas nessa região e em região adjacente (Barbosa Filho *et al.*, 2014; Marion *et al.*, 2014; Reis Filho *et al.*, 2014).

Os elasmobrânquios, embora sejam organismos especializados, com elevada diversidade morfológica, ecológica e comportamental (Carrier *et al.*, 2004), apresentam espécies extremamente vulneráveis à sobrepesca, devido ao grande tamanho atingido e às suas características biológicas intrínsecas que dificultam a recomposição da população, tais como: maturação tardia, ciclo de vida longo e baixa fecundidade (Stevens *et al.*, 2000; Dulvy & Forrest, 2010). Eles são predadores de topo ou mesopredadores de ecossistemas costeiros, sendo fundamentais na trofodinâmica ecossistêmica (Myers *et al.*, 2007; Jacobsen & Bennett, 2013).

Myers *et al.*, (2007) e Jacobsen & Bennett, (2013) sugeriram que a diminuição da abundância de elasmobrânquios possa acarretar o efeito de cascata trófica *top-down*. Paradoxalmente, somente um pequeno número de espécies de elasmobrânquios atrai uma porção desproporcional de pesquisadores e agências financiadoras, como por exemplo, os tubarões de uma forma geral, com destaque ao tubarão-branco (*Charcharodon carcharias*) e o tubarão-baleia (*Rhincodon typus*), e às raias manta (*Manta spp.*) (Dulvy *et al.*, 2014).

Especificamente, na BTS há registros importantes de captura de raias, com descarregamentos de até 936,9 toneladas por ano (IBAMA, 2008). O grupo representa um dos principais recursos pesqueiros da produção total anual de pescado nessa localidade (Soares *et al.*, 2011). Os estuários e baías têm sido apontados como sistemas importantes para o crescimento, a proteção contra predadores, a alimentação, a reprodução e atuarem como berçários para diversas raias (Simpfendorfer & Milward, 1993; Lessa *et al.*, 2008; Freitas *et al.*, 2009). Há registros de onze espécies de raias na BTS, a saber: *Aetobatus narinari*, *Dasyatis americana*, *Dasyatis guttata*, *Dasyatis marianae*, *Gymnura altavela*, *Gymnura micrura*, *Manta birostris*, *Narcine brasiliensis*, *Pteroplatytrygon violacea*, *Rhinobatos percellens* e *Rhinoptera bonasus* (Queiroz *et al.*, 1993; Lopes *et al.*, 1998; Sampaio *et al.*, 2000, 2002, 2004; Soares *et al.*, 2009; Reis Filho *et al.*, 2010; Dias *et al.*, 2011; Soares *et al.*, 2011; Marion *et al.*, 2014; Sampaio¹, Comunicação pessoal). Dentre essas

¹ Sampaio, C. Universidade Federal de Alagoas, Penedo.

espécies, *Dasyatis guttata* é a mais abundante (Queiroz *et al.*, 1993 ; Soares *et al.*, 2009).

De acordo com Carpenter & Niem (1999), Dasyatidae representam a família de raia mais abundante em áreas costeiras tropicais do mundo. Exemplos dessa família apresentam viviparidade trofonêmica (Compagno, 1990; Wourms & Demski, 1993). Nesse modo reprodutivo, os embriões permanecem no útero durante o período inicial de desenvolvimento, entre 3 e 11 meses (Snelson *et al.*, 1989; Capapé & Zaouali, 1995). Os embriões são primeiramente nutridos pelo vitelo contido em um saco vitelínio, e em seguida, complementado por uma substância nutritiva denominada “leite uterino” a qual é secretada por meio de expansões do epitélio uterino, chamadas de “trofonemata” (Wourms & Demski, 1993; Carrier *et al.*, 2004). A maioria das espécies dessa família possui crescimento lento (taxa de crescimento, $k < 0,1$), elevada longevidade e maturidade gonadal em um tamanho próximo ao tamanho máximo atingido (L_{∞}) (Jacobsen & Bennett, 2011). Além disso, essas raia são consideradas como mesopredadoras importantes na conectividade da cadeia trófica local (Vaudo & Heithaus *et al.*, 2011; Bornatowski *et al.*, 2013; Jacobsen & Bennett, 2013).

Nos descarregamentos acompanhados neste trabalho, todas as espécies preteritamente encontradas na BTS foram registradas (Queiroz *et al.*, 1993; Lopes *et al.*, 1998; Sampaio *et al.*, 2000, 2002, 2004; Soares *et al.*, 2009; Reis Filho *et al.*, 2010; Dias *et al.*, 2011; Soares *et al.*, 2011; Marion *et al.*, 2014), com exceção de *G. altavela* e *M. birostris*.

A Arraia-branca ou Raia-branca, *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) (Fig.1), foi a espécie mais abundante ($n = 1154$ indivíduos; 95% das capturas). Ela é considerada um Dasyatidae de médio a grande porte, distribuindo-se entre o Golfo do México e o Paraná (sul do Brasil), habitando preferencialmente locais com sedimento arenoso ou lamoso (Figueiredo, 1977; Menni & Lessa, 1998; Rosa & Furtado, 2004). Difere das espécies congêneras por apresentar: (I) o disco com formato romboide e com focinho relativamente longo, formando uma protuberância triangular com 23 a 26% do comprimento do disco; (II) tubérculos entre a região intraorbital e na base da cauda; (III) cauda com comprimento entre 2 a 3 vezes a largura do disco; (IV) ferrão na base da cauda (McEachran & Carvalho, 2002).

Dentre os trabalhos realizados sobre essa espécie, pode-se citar os que abordaram sua dieta (Queiroz *et al.*, 1993; Simões & Queiroz, 1995; Gianeti, 2011; Grijalba-Bendeck *et al.*, 2012), reprodução (Menni & Lessa, 1998; Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, *op.cit.*; Grijalba - Bendeck, *op.cit.*; Tagliafico *et al.*, 2013), distribuição (Thorson, 1983; Grijalba - Bendeck *et al.*, 2007), idade e crescimento (Gianeti, *op.cit.*), anormalidades morfológicas (Ramirez-Hernandez *et al.*, 2011) e pesca (Silva *et al.*, 2007; Lessa *et al.*, 2008; Soares *et al.*, 2009; 2011; Willems *et al.*, 2013). Há evidências de que essa espécie utiliza a BTS como área de berçário (Sampaio *et al.*, 2002). Para a BTS, e para essa espécie, há estudos sobre a dieta, e os quais foram divulgados em anais de congressos (Queiroz *et al.*, 1993; Simões & Queiroz, 1995).

Outro aspecto importante para incrementar o entendimento sobre a história natural de espécies exploradas pela pesca é o conhecimento tradicional dos pescadores artesanais, cuja sistematização ainda é incipiente na BTS. Esses pescadores possuem uma “bagagem” de conhecimentos acerca do ecossistema (*e.g.* ciclos de marés) e de suas funções (*e.g.* cadeia trófica), e dos aspectos ecológicos (*e.g.* hábitos, alimentação e reprodução) e comportamentais das espécies (Costa-Neto, 2000; Diegues, 1995; 2001). Muitos percebem flutuação da captura do pescado e atribuem a diminuição, ao longo e entre os anos, à poluição, destruição de habitats e ao impacto ocasionado pela pesca (Soares *et al.*, 2009; Burda & Schiavetti, 2008).

Na Convenção das Nações Unidas sobre a Biodiversidade de 1992, foi recomendado o reconhecimento, proteção e utilização do conhecimento tradicional (WRI/IUCN/UNEP, 1992). Assim, o conhecimento tradicional dos pescadores é uma fonte dessas informações (aspectos biológicos, ecológicos, entre outros) e deve ser considerado nas tomadas de decisões político-ambientais e em programas de conservação e uso sustentável dos recursos pesqueiros (Diegues, 2001).

Figura 1. Exemplar de fêmea de *Dasyatis guttata* descarregada na Ilha de Bom Jesus dos Passos.

Diante desse contexto, a presente tese intitulada “Função da Baía de Todos os Santos no ciclo de vida de da Arraia-branca, *Dasyatis guttata*” foi desenvolvida com a hipótese de trabalho de que essa espécie utiliza a BTS durante todo o seu ciclo de vida (e.g. berçário, desenvolvimento, alimentação e reprodução) e que sua ocorrência e distribuição sejam influenciadas diretamente por fatores ambientais. Além disso, que os conhecimentos tradicionais dos pescadores artesanais convergem com as informações científicas. Dessa forma, para a consecução desses objetivos, a presente tese foi construída em cinco capítulos e uma conclusão geral, como os seguintes objetivos específicos:

- **Capítulo 1: “Influências ambientais na captura de *Dasyatis guttata* em um estuário tropical”.** Neste capítulo, objetivou-se testar a influência, na CPUE desembarcada, de um conjunto de variáveis ambientais temporais (maré, fase da lua, estação do ano, período do ano, velocidade do vento, precipitação, temperatura mínima e temperatura máxima do ar, e tempo de insolação) e espaciais (área de captura), que estão relacionadas com a dinâmica espacial e temporal do ecossistema.

- **Capítulo 2: “Estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil”.** Neste aspecto, objetivou-se descrever: a estrutura populacional (proporção em classe de tamanho, sexual, e de jovens e adultos); a variação espaço-temporal na estrutura populacional; o ciclo de vida; e aspectos reprodutivos (maturidade gonadal, época de cópula, gestação e parto, e fecundidade) da espécie.
- **Capítulo 3: “Idade e crescimento de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil”.** Neste item, a finalidade foi estimar: o incremento em peso em relação à largura do disco; a periodicidade e época de formação dos anéis etários; a curva de crescimento; e os parâmetros de crescimento (L_{∞} , k e idade de maturação gonadal) da espécie.
- **Capítulo 4: “Variabilidade alimentar de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil”.** Neste capítulo, além da descrição da composição geral da dieta, foi avaliado o efeito do sexo, do tamanho corpóreo e da estação sazonal na variabilidade da composição da dieta.
- **Capítulo 5: “Conhecimento tradicional de aspectos biológicos de *Dasyatis guttata*: Subsídios para gestão pesqueira”.** A meta deste capítulo foi descrever o conhecimento do pescador tradicional sobre a espécie e suas percepções sobre: a influência dos fatores ambientais na pesca; os impactos na produção pesqueira; informações biológicas e ecológicas.
- **Conclusões gerais e recomendações.** Apresenta a junção das conclusões dos capítulos e a conclusão sobre a hipótese de trabalho. Além de sugestões para futuros estudos e recomendações para ordenação foram formuladas.

ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado na Baía de todos os Santos (BTS, costa nordeste brasileira), a qual está inserida na microrregião do Recôncavo Baiano ($12^{\circ} 39' 40''$ S – 13° S de latitude e $38^{\circ} 30' W$ – $38^{\circ} 43' 30'' W$ de longitude) (Fig.2). Considerada como uma baía de maré semidiurna, é a segunda maior baía do Brasil, possuindo uma área aproximada de 1.086 km^2 , 200 km de linha

de costa. A BTS possui uma série de enseadas, cabos, penínsulas e praias, além das numerosas ilhas (Lessa *et al.*, 2009).

A BTS, em sua porção noroeste, é caracterizada como um típico estuário, recebendo aportes significativos de água continental dos rios Paraguaçu, Subaé e Jaguaripe, além dos inúmeros tributários de menor porte que ali deságuam (Brito, 2001). A dinâmica de correntes e massas d'água confere um substrato composto por lama (argila e silte), principalmente na porção norte da BTS; areia siliciclástica com origem oceânica nos canais de Itaparica e Salvador (entrada da baía); mosaicos de cascalho e biodetritos ao longo de toda baía; e formações recifais a nordeste (próximo a Ilha de Maré) (Fig.2). Além disso, Os manguezais são mais abundantes no norte da baía ('fundo de baía') (Cirano & Lessa, 2007).

Há um evidente padrão sazonal na dinâmica das massas de água dentro da baía. No verão, prevalece condição marinha, decorrente da penetração da Água Tropical (AT), com temperaturas superiores a 20°C e salinidade superior a 36. No inverno, a condição é estuarina, principalmente na área noroeste, devido à presença da Água Costeira (AC), originada pela mistura da água continental e da plataforma, mais fria e menos salina (<20°C e <30, respectivamente) (Cirano & Lessa, 2007).

A BTS está sujeita a um ciclo meteorológico sazonal marcado. A temperatura do ar varia de 30°C, no verão a 21°C no inverno. Em média, a precipitação varia de 100 mm mensal no verão e primavera a valores superiores a 300 mm no outono e inverno (Lessa *et al.*, 2009). O padrão de precipitação durante o período de estudo seguiu tal padrão médio. Na Figura 3, são apresentados dados de precipitação da estação meteorológica mais próxima à área de estudo (a Estação Meteorológica de Salvador do IMNET), no período de estudo.

Verificam-se dois períodos característicos, um mais seco, entre novembro e abril e um chuvoso entre maio e outubro. As chuvas mais intensas nessa região, no inverno, entre junho a agosto, são frequentemente produzidas por perturbações ondulatórias dos ventos alísios. Estas perturbações, comumente chamadas de *Distúrbios Ondulatórios de Leste*, são provocadas pela interação de ventos de sul, associados com sistemas frontais com os alísios (Yamazaki e Rao, 1977).

Na região costeira da Bahia, ocorre um cinturão de vento do Atlântico Sul (NE-E-SE), relacionado a células de elevada pressão (Martin *et al.*, 1998). Os ventos com maiores velocidades ocorreram em maio e setembro (5 m/s) de 2012 (INMET, 2014), e podem estar associados à entrada de frentes frias polares. Periodicamente, no outono e inverno, uma frente Polar Atlântica gera ventos fortes proveniente do sudeste (Martin *et al.*, 1998).

Figura 2. Mapa da Baía de Todos os Santos, com as respectivas fácies do sedimento e os locais de descarregamento acompanhados, SFC=São Francisco do Conde e BJP=Ilha de Bom Jesus dos Passos (Extraído de Cirano & Lessa, 2007). IM=Ilha de Maré, IF = Ilha dos Frades. Circulo pontilhado representa a área de pesca utilizada pelos pescadores de BJP e SFC.

Figura 3. Médias diárias de precipitação de estação meteorológica de Salvador (Fonte: IMNET, 2014).

Como principais impactos e alterações antrópicos, destacam-se: a degradação de extensas áreas de manguezais; aporte crônico de efluentes industriais e sanitários; o uso de explosivos para a pesca; e a coleta indiscriminada de organismos ornamentais para o artesanato (Schaeffer-Novelli, 1989). Na margem nordeste da BTS localiza-se um complexo industrial, formado por metalúrgicas, fábricas de fibras sintéticas, indústrias químicas, de cerâmica, além da produção e do refino de petróleo e três portos (Hatje *et al.*, 2009). Tais indústrias e portos são responsáveis por uma série de incidentes ambientais, tais como derramamento de mercúrio (Wasserman & Queiroz, 2004) e derramamentos de óleo (Orge *et al.*, 2000).

Diversos trabalhos mencionam a contaminação crônica na BTS, principalmente, por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos derivados de petróleo e metais traço como cobre, zinco, cádmio e chumbo (Hatje *et al.*, 2009). Metais-traço já foram detectados na macrofauna bentônica (Hatje *et al.*, 2009; Filho *et al.*, 2012), nos pescados (Hatje *et al.*, 2009) e em mangues (Garcia *et al.*, 2008). Esse processo de degradação contínuo desse importante ecossistema constitui uma ameaça aos estoques pesqueiros e às populações humanas que deles sobrevivem.

Os descarregamentos de *D. guttata* foram acompanhados em dois locais, na Ilha de Bom Jesus dos Passos (município de Salvador) (12° 45' 39" S - 38° 38' 28" O) e em São Francisco do Conde (12° 37' 45" S - 38° 40' 50"

O). Essas localidades foram escolhidas pela complementaridade espacial dos pesqueiros explorados pelas duas comunidades, de modo a abranger, praticamente, a maior parte da BTS (Fig.2).

DESCRIÇÃO DOS PETRECHOS DE PESCA

A pesca artesanal na BTS é caracterizada pelo emprego de uma ampla diversidade de petrechos. Os petrechos específicos para a captura da raia são a “Arraieira”, “Grozeira”, “Boia” e o “Linxeiro”, sendo os dois primeiros os principais. O mergulho, também, é um método utilizado para a captura desse recurso, mas realizado de forma esporádica e por poucos pescadores. A rede de arrasto, embora não seja um petrecho específico para a captura de raias, mas sim de camarões, geralmente captura de exemplares juvenis. Neste trabalho, não foram acompanhados a pesca por mergulho e rede de arrasto.

As características das quatro artes de pesca empregadas na captura da raia e sua operação estão descritas a seguir:

- Grozeira (Fig.4A): espinhel de fundo, contendo uma linha mestra de multifilamento conectada a linhas secundárias, cada uma com um anzol (número cinco ou seis). O espaçamento entre as linhas secundárias é aproximadamente de uma braça e meia (1 braça = ~ 1,8 m). A grozeira possui entre 100 a 1800 anzóis (moda entre 700 e 1000 anzóis). A pesca ocorre durante o dia, principalmente na maré de quadratura, com descarregamentos, principalmente entre às 8:00 e 14:00 h. O tempo total de esforço de capturas varia entre 01 e 08 horas. Utiliza-se a isca viva, capturada usualmente no dia anterior a pesca. A principal isca é o *Gobionelus oceanicus* (Actinopterygii, Gobiidae; Fig.6). Esse peixe é capturado com uma rede de arrasto tipo “picaré” em planície lamosas marginais. Os pescadores formam “equipes” de até três membros por barco, a fim de otimizar a captura, empregando até 2000 anzóis, em um único pesqueiro. As espécies de raias capturadas com esse petrecho são: *Dasyatis americana*, *Dasyatis guttata*, *Dasyatis marianae*, *Gymnura micrura*, *Rhinoptera bonasus* e *Rhinobatos percellens*.

- Arraieira (Fig.4B): rede de espera de fundo com fio multifilamento, composta por unidades entrelaçadas, normalmente seis a sete, chamadas de “panagens”. Cada unidade de “panagem” possui 100 m e malhagem entre nós de 150 mm. Essa arte é empregada exclusivamente na maré de quadratura e

principalmente no verão, por geralmente um ou dois pescadores. A despesca ocorre ao clarear do dia e o descarregamento principalmente entre 7h e 11h. O tempo total de esforço de capturas varia entre 11 e 27 horas. As espécies capturadas nessa rede, em ordem de abundância numérica, são: *D. guttata*, *R. bonasus* e *Aetobatus narinari*.

- Boia (Fig.5A): equipamento constituído por uma linha monofilamento com um anzol e uma boia. Normalmente, ela é utilizada quando não há isca em quantidade suficiente para o emprego da grozeira. Os pescadores utilizam um total de nove a 28 boias por saída, as quais são dispostas em forma de círculos na área de captura (pesqueiro). Cada anzol fica imerso, em média, por 20-30 minutos, sendo verificado em menor tempo quando nota-se movimento da boia, que pode ocorrer devido à influência de correnteza ou quando algum peixe é iscado. A inspeção e troca da isca são realizadas, em média, três vezes por boia, contudo frequência varia de acordo com a quantidade de iscas utilizadas e o tempo disponível para a atividade. As espécies de raias capturadas são: *D. guttata* e *D. americana* e, eventualmente, *R. bonasus*.

- Linxeiro (5B): corresponde a uma rede de deriva composta por fio multifilamento. A rede é mantida na água geralmente por 24 horas. As redes possuem em média 600 metros de comprimento e malha entre 120 e 140 mm. Essa arte é empregada exclusivamente na maré de quadratura. Tal petrecho foi o menos utilizado para a captura de arraias durante o presente o estudo. Essa pesca é dirigida a *A. narinari*, embora outras espécies emalham eventualmente, como as Dasyatidae.

Figura 4. Esquematização dos principais petrechos na pesca de raias da Baía de Todos os Santos. A=Grozeira; B=Arraieira (Esquema de Alexandre Arackawa).

Figura 5. Esquematização dos principais petrechos na pesca de raias da Baía de Todos os Santos. A=Boia; B=Linxeiro (Esquema de Alexandre Arackawa).

Figura 6. Covo com as iscas utilizadas na pesca de raia com anzol (grozeira e Boia) na Baía de Todos os Santos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA-FILHO, M. L. V.; SCHIAVETTI, A.; ALARCON, D. T.; COSTA-NETO, E. M. "Skark is the man" ethnoknowledge of Brazil's South Bahia fishermen regarding shark behaviors. **J. Ethnobiol. Ethnomed.**, 10 (54) 1-14. 2014.
- BONFIL, R. Marine protected areas as a shark fisheries management tool. **Soc. Fr. Ichthyol.**, 217-230, 1997.
- BORNATOWSKI, H. A. Parturition and nursery area for *Carcharhinus limbatus* (Elasmobranchii, Carcharhinidae) off the coast of Paraná, Brazil. **Braz J Oceano.** 56(4), 317-319, 2008.
- BRITO, R. R. C. A gestão da Baía de Todos os Santos. **Bahia Análise & Dados**, 11(2), 98-100. 2001.
- BURDA, C. L. E; SCHIAVETTI, A. Análise ecológica da pesca artesanal em quatro comunidades pesqueiras da Costa de Itacaré, Bahia, Brasil: Subsídios para a Gestão Territorial. **Rev. Gest. Cost. Integr.** 8(2), 149-168, 2008.
- CAMHI, M.; FOWLER, S.; MUSICK, J.; BRAUTIGAM, A.; FORDHAM, S. Sharks and their relatives: ecology and conservation. Occas. Pap. IUCN Species Survival Commision, 20p, 1998.
- CAPAPÉ, C.; ZAOUALI, J. Reproductive biology of the marbled stingray, *Dasyatis marmorata* (Steindachner, 1892) (Pisces: Dasyatidae) in Tunisian waters (Central Mediterranean). **J. Aquaric. Aquat. Sci.**, 7: 108-119. 1995.
- CARPENTER, K. E.; V. H. NIEM. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific. Volume 3. Batoid Fishes, Chimaeras and Bony Fishes Part 1. FAO, Rome, p. 1397-2068. 1999.
- CARRIER, J.; MUSICK, J. A.; HEITHAUS, M. R. Biology of Sharks and Their Relatives. CRC Press. 2004. 608p.
- CIRANO, M.; LESSA, G. C. Oceanographic characteristics of the Baía de Todos os Santos. Brasil. **Rev. Bras. Geofís.** 25, 363-387. 2007.
- COMPAGNO, L. J. V. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. **Env. Biol. Fish.** 28: 33-75, 1990.
- COSTA-NETO, E. M.; MARQUES, J. G. W. 2000. Faunistic Resources Used as Medicines by Artisanal Fishermen From Siribinha Beach, State of Bahia, Brazil. **J. Ethnobiol.** 20(1):93-109, 2000.
- DIAS NETO, J. Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil/José Dias Neto. – Brasília: Ibama, 242 p. 2010.
- DIAS, J.F.; GONÇALVES, A.M.; FERNANDEZ, W.S.; SILBIGER, H.L.; FIADI, C.B.; SCHMIDT, T.C.S. Ichthyofauna in the Mataripe Area, Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. **Braz. J. Oceanogr.** 59(1), 75-95, 2011.
- DIAS-NETO, J.; DORNELLES, L. C. C. Diagnóstico da pesca marítima do Brasil. Brasília, IBAMA, (Coleção Meio Ambiente. Serie Estudos Pesca, 20). 1996. 165 p.
- DIEGUES, A. C. Ecologia humana e planejamento em áreas costeiras, São Paulo, NEPAUB-USP, 1995, 190p.
- DIEGUES, A.C.S. Repensando e recriando as formas de apropriação comum dos espaços e recursos naturais. In: MOREIRA, A. C. C. (Ed.): **Espaços e**

- recursos Naturais de uso Comum**, 1 ed., São Paulo: NUPAUB, v. 1, p. 97-124, 2001.
- DULVY, N.K.; FORREST, R.E. Life histories, population dynamics, and extinction risks in chondrichthyans. In: CARRIER J.C., MUSICK J. A.; HEITHAUS, M.R. (Eds). **Sharks and their relatives II: biodiversity, adaptive physiology, and conservation**. Boca Raton: CRC Press, 2010. p. 635–676.
- DULVY, N.K.; FOWLER, S.L.; MUSICK, J.A., CAVANAGH, R.D.; KYNE, P.M.; HARRISON, L.R.; CARLSON, J.K., DAVIDSON, L.N.K.; FORDHAM, S.V.; FRANCIS, M.P.; POLLOCK, C.M.; SIMPFENDORFER, C.A., BURGESS, G.H.; CARPENTER, K.E.; COMPAGNO, L.J.V.; EBERT, D.A., GIBSON, C.; HEUPEL, M.R.; LIVINGSTONE, S.R.; SANCIANGCO, J.C., STEVENS, J.D.; VALENTI, S.; WHITE W.T.. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. **eLIFE** 3. doi:10.7554/eLife.00590. 2013.
- FIGUEIREDO, J. L. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, raias e quimeras. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 1-104p. 1977.
- FREITAS, R.H.A.; ROSA, R.S.; WETHERBEE, B.M.; GRUBER, S.H. Population size and survivorship for juvenile lemon sharks (*Negaprion brevirostris*) on their nursery grounds at a marine protected area in Brazil. **Neotrop. Ichthyol.** 7, 205-212, 2009.
- GARCIA, K. S.; DE OLIVEIRA, O. M. C.; DE ARAUJO, B. R. N. Biogeoquímica de folhas de *Avicennia Schaueriana* na área norte da Baía de Todos os Santos. In: QUEIROZ, A. F.; CELINO, J. J. (Eds.): **Avaliação de Ambientes na Baía de Todos os Santos**. Salvador, PROAMB, UFBA. 2008
- GIANETI, M. D. Reprodução, alimentação, idade e crescimento de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) (Elasmobranchii; Dasyatidae) na região de Caiçara do Norte - RN. 2011. 115 f. Tese (Doutorado em Ciências, área Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- GRIJALBA-BENDECK, M.; POLO-SILVA, C.; ACERO, A. Uma aproximación a la abundancia de los Batoideos capturados artesanalmente em Santa Marta (Colombia). **Bol. Invest. Mar. Cost.** 36, 251-268, 2007.
- GRIJALBA-BENDECK, M.; POLO-SILVA, C.; ACEVEDO, K.; MORENO, F.; MOJICA, D. Aspectos tróficos y reproductivos de algunos batoideos capturados en Santa Marta, Mar Caribe de Colombia. **Lat. Am. J. Aquat. Res.**, 40(2): 300-315, 2012.
- HATJE, V.; BÍCEGO, M.C.; CARVALHO, G.C.; DE ANDRADE, J.B. Contaminação Química. In: HATJE, V., DE ANDRADE, J.B. (Eds.): **Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos**. Salvador, EDUFBA, p. 243–299. 2009.
- HEITHAUS, M. R., FRID, A.; WIRSING, A. J.; WORM, B. Predicting ecological consequences of marine top predator declines. **Trends. Ecol. Evol.** 23:202–210. 2008.
- IBAMA, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente, *Monitoramento da atividade pesqueira no litoral nordestino – Projeto Estatpesca*. Boletim da Estatística da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil – 2006, Tamandaré, 385 p. 2008

- IGLÉSIAS, S., TOULHOAT, L., & SELLOS, D. Taxonomic confusion and market mislabelling of threatened skates: important consequences for their conservation status. **Aquat. Conserv.** 20 (3), 319-333. 2010.
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, Ministério da Agricultura, Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em 03 de janeiro de 2014.
- JACOBSEN, I. P.; BENNETT, M. B. A Comparative Analysis of Feeding and Trophic Level Ecology in Stingrays (Rajiformes; Myliobatoidei) and Electric Rays (Rajiformes: Torpedinoidei). **PLOS ONE** 8, 1–10. 2013.
- JACOBSEN, I. P.; BENNETT, M. B. Life history of the blackspotted whiplay *Himantura astra*. **J. Fish Biol.** 78, 1249–12. 2011
- LESSA, G.C.; CIRANO, M.; TANAJURA, C.A.S.; SILVA, R.R. Oceanografia Física. In: HATJE, V., DE ANDRADE, J.B. (Eds.): **Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos**. Salvador, EDUFBA, p. 161-206. 2009.
- LESSA, R. T. P.; BARRETO, R. R. P.; QUAGGIO, A. L. C.; VALENCA, L. R.; SILVA, F. M. S.; YOKOTA, L.; GIANETI, M. D. Levantamento das Espécies de Elasmobrânquios capturados por Aparelhos-de-Pesca que atuam no Berçário de Caiçara do Norte (RN). **Arq. Ciênc. Mar**, 41, 58-64, 2008.
- LESSA, R.; VOOREN, C. M.; ARAÚJO, M. L. G.; KOTAS, J. E.; ALMEIDA, P. C.; FILHO, G. R.; SANTANA, F. M.; GADIG, O. B. F.; SAMPAIO, C.; ALMEIDA, Z.; ALMEIDA, M.; ROSA, R. S. Plano Nacional para Conservação e Manejo dos Estoques de Peixes Elasmobrânquios no Brasil. Recife: Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios - **SBEEL**. 100p. 2005
- LOPES, P.R.D.; OLIVEIRA-SILVA, J.T.; FERREIRA-MELO, A.S.A. Contribuição ao conhecimento da ictiofauna do manguezal de Cacha Pregos, Ilha de Itaparica, Baía de Todos os Santos, Bahia. **Brazilian Journal of Zoology**. v. 15, n. 2, 315-325, 1998.
- MARION, C.; OLAVO, G.; SOARES, L. S. H. The first record of *Pteroplatytrygon violacea* (Bonaparte, 1832) (Elasmobranchii: Dasyatidae) in the shallow waters of Todos os Santos Bay, northeastern Brazil. **Panam. J. Aquat. Sci.**, 9(2):126-130. 2014.
- MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. 1998. Climatic control of coastal erosion during a sea-level fall episode. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, v. 70, p. 249-266.1998.
- McEACHRAN, J. D.; DE CARVALHO, M. R. 2002 Batoid Fishes. In: K.E. Carpenter (editor), **The living marine resources of the western Central Atlantic**. Vol. 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. FAO Species Identification Guide for Fisheries Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication 5: 508-530. 2002.
- MENNI, R. C; LESSA, R. P. The chondrichthyan community off Maranhão (northeastern Brazil). II. Biology of species. **Act. Zool. Lilloana**, 44: 69-89. 1998.
- MYERS, R. A.; BAUM, J. K.; SHEPHERD, T. D.; POWERS, S. P.; PETERSON, C. H. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. **Science**. 315:1846–1850. 2007

- ORGE, M. D. R.; PORSCHE, I. J.; COSTA, M. C.; LIMA, J. S.; SOARES, S. E. D.; JUSTINO, R. Assessment of oil refinery waste on *Rhizophora mangle* L. seedling growth in mangroves of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. **Aquat. Ecosyst. Health**, 3, 471-477. 2000.
- QUEIROZ, E. L.; SOUZA FILHO, J. J.; SIMÕES, F. M. Estudos da alimentação de *Dasyatis guttata* (Bloch e Schneider, 1801) na área de influência da Estação Ecológica Ilha do Medo, Bahia, Brasil. In: **VI Reunião do grupo de trabalho sobre a pesca e pesquisa de tubarões e raias do Brasil**, Recife, p. 28, 1993.
- RAMÍREZ-HERNANDEZ, A.; PALACIOS-BARRETO, P.; GAITÁN-ESPITIA, J. D.; REYES, F.; RAMÍREZ, J. Morphological abnormality in the longnose stingray *Dasyatis guttata* (Myliobatiformes: Dasyatidae) in the Colombian Caribbean. **Cybiu**. 35(1): 79-80. 2011.
- REIS-FILHO, J. A.; CLISTENES, A.; SANTOS, A. Effects of substratum type on fish assemblages in shallow areas of a tropical estuary. **Mar. Ecol.** 1–15. 2014.
- REIS-FILHO, J. A.; SAMPAIO, C. L. S.; LEITE, L.; OLIVEIRA, G. S. A.; LOIOLA, M.; NUNES, J. A. C. C. Rediscovery of bonnethead shark *Sphyrna tiburo* after more than two decades of non-record on central coast of Brazil. **Mar. Biodivers. Rec.** 7, 1-7. 2014.
- ROSA, R.; FURTADO, M. *Dasyatis guttata*, **IUCN Red list of threatened species**, Version 2011.2. International Union for Conservation of Nature. Disponível em: <www.iucnredlist.org> Downloaded on 22 March 2014.
- SAMPAIO, C. L. S.; ANCHIETA, J.; NUNES, C.C. Elasmobrânquios capturados com fins ornamentais em Salvador, Bahia, Brasil. In: **IV Reunião da Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios**, Recife – PE, p.167, 2004.
- SAMPAIO, C. L. S.; GADIG, O. B. F.; OLAVO, G. Levantamento das espécies de peixes cartilaginosos no litoral da Bahia, nordeste do Brasil. In: **Reunião da Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios**, Santos, v. II, p. 59, 2000.
- SAMPAIO, C. L. S.; ROSA, I. L.; BARROS, A. T. Tubarões e raias capturados para fins ornamentais em salvador, Bahia – Brasil. In: **III Reunião da Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios**, João Pessoa – PB, p. 86-87, 2002.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o ecossistema manguezal. **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico**, n. 7, p. 1-16, 1989.
- SILVA, G. B.; BASÍLIO, T. H.; NASCIMENTO, F. C. P.; FONTELES-FILHO, A. A., 2007. Tamanho na primeira maturidade sexual das raias *Dasyatis guttata* e *Dasyatis americana*, no litoral do Estado do Ceará. **Arq. Ciên. Mar.** 40(2): 14 – 18. 2007.
- SIMÕES, F. M.; QUEIROZ, E. L. O estudo dos hábitos alimentares de *Dasyatis americana* Hildebrand e Schoroeder, 1928, na área de influência da estação Ecológica Ilha do Medo e águas adjacentes, Bahia, Brasil. In: **VII Reunião da Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios**, Fundação Universidade do Rio Grande – FURG - RS, p.64, 1995.
- SIMPFENDORFER, C. A.; MILWARD, N.E. Utilization of a tropical bay as a nursery area by sharks of the Families Carcharhinidae and Sphyrnidae. **Environ. Biol. Fish.** 37: 337–345. 1993.

- SNELSON, F. F. JR.; WILLIAMS-HOOPER, S. E; SCHMID, T. H. Biology of the bluntnose stingray, *Dasyatis sayi*, in Florida Coastal Lagoons. **Bull. Mar. Sci.** 45(1): 15-25, 1989.
- SOARES, L. S. H.; SALLES, A. C. R.; LOPEZ, J. P.; MUTO, E. Y.; GIANNINI, R. Pesca e Produção Pesqueira. In: HATJE, V., DE ANDRADE, J.B. (Eds.): **Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos**. Salvador, EDUFBA, p. 161-206. 2009.
- SOARES, L. S. H.; LOPEZ, J. P.; MUTO, E.Y.; GIANNINI, R. Capture fishery in the Northern Todos os Santos Bay, Topical Southwestern Atlantic, Brazil. **Braz. J. Oceanogr.** 59(1), 61-74, 2011.
- STEVENS, J.D.; BONFIL, R.; DULVY, N.K. & WALKER, P.A. The effects of fishing on sharks, rays, chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. **ICES J. Mar. Sci.** 57, 476 – 494, 2000.
- TAGLIAFICO, A.; RAGO, N.; RANGEL, M. S. Aspectos biológicos de las rayas *Dasyatis guttata* y *Dasyatis americana* (Myliobatiformes: Dasyatidae) capturadas por la pesquería artesanal de la Isla de Margarita, Venezuela. **Rev. Biol. Mar. Oceanogr.** 48(2): 365-373. 2013.
- THORSON, T. B. Observations on the morphology, ecology and life history of the euryhaline stingray, *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801). **Acta Biol. Venez.**, 11(4): p. 95-125. 1983.
- VAUDO, J. J.; HEITHAUS, M. R. Dietary niche overlap in a nearshore elasmobranch mesopredator community. **Mar Ecol Prog Ser** Vol. 425: 247–260, 2011.
- WASSERMAN, J.C.; QUEIROZ, E. L. The Attenuation of Concentrations Model: A New Method for Assessing Mercury Mobility in Sediments. **Quím. Nova**, 27, 17-21. 2004.
- WILLEMS T.; DEPESTELE J.; DE BACKER A.; HOSTENS K. Bycatch of rays in the trawl fishery for Atlantic seabob shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri*) in Suriname: how effective are TEDs and BRDs? **ILVO Mededeling**. 139, 1 – 22. 2013.
- WORM, B., DAVIS, B., KETTEMER, L., WARD-PAIGE, C.A., CHAPMAN, D., HEITHAUS, M.R., KESSEL, S.T., GRUBER, S.H. Global catches, exploitation rates and rebuilding options for sharks. **Mar. Pol.** 40: 194-204. 2013
- WOURMS, J.P.; DEMSKI, L.S. The reproduction and development of sharks, skates, rays and rattfishes: introduction, history, overview, and future prospects. **Environ. Biol. Fish.**, v.38, p.7-21, 1993.
- YAMAZAKI, Y., RAO, V.B. Tropical cloudiness over the South Atlantic Ocean. **J. Meteor. Soc. Jap.** 55: 1977.
- YOKOTA, L. & LESSA, R.P. Reproductive biology of three ray species: *Gymnura micrura* (Bloch & Schneider, 1801), *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) and *Dasyatis marianae* Gomes, Rosa & Gadig, 2000, caught by artisanal fisheries in Northeastern Brazil. **Ca. Biol. Mar.** 48, 249-257, 2007.

Capítulo 1 – Influências ambientais na captura de *Dasyatis guttata* em um estuário tropical.

INTRODUÇÃO

A distribuição e abundância de elasmobrânquios em ambientes costeiros e estuarinos podem ser afetadas por processos físicos (e.g. variação de salinidade, temperatura, maré) assim como por processos biológicos (e.g. agregações reprodutivas, predação, disponibilidade de alimento) (Jacobsy *et al.*, 2011; Schallaff *et al.*, 2014). Modelos de avaliação de estoque e estudos de biologia pesqueira utilizam comumente a Captura Por Unidade de Esforço (CPUE) como um indicador de abundância relativa das espécies (Sparre & Venema, 1997; Maunder & Punt, 2004). Além disso, a CPUE, como tal indicador, também pode ser utilizada numa abordagem ecológica a fim de investigar a relação da distribuição e abundância da população com fatores ecológicos (Maunder & Punt, 2004; Simpfendorfer *et al.*, 2011; Mitchell *et al.*, 2014).

A CPUE obtida de dados pesqueiros pode ser influenciada e/ou relacionada por diversas variáveis, como (I) às alterações da dinâmica espaço-temporal das frotas pesqueiras (Snelson *et al.*, 1989; Maunder *et al.*, 2006); (II) à expertise do pescador (Cuevas *et al.*, 2013); (III) aos fatores bióticos (e.g. agregações reprodutivas e predadores); e (IV) aos fatores ambientais abióticos (Mitchell *et al.*, 2014).

Diversos estudos demonstram o papel preponderante de fatores ambientais abióticos na estruturação e dinâmica das populações de elasmobrânquios (Ackerman *et al.*, 2000; Schallaff *et al.*, 2014). Dentre esses fatores estruturadores podemos citar a: latitude (Vianna & Vooren, 2009); profundidade, temperatura (Heithaus *et al.* 2007; Menni *et al.*, 2010; Cuevas *et al.*, 2013), salinidade (Cortés *et al.*, 2011; Simpfendorfer *et al.*, 2011), oxigênio dissolvido (Heithaus *et al.* 2007; Lucifora *et al.*, 2012), tipo de fundo (Barbini, 2011; Cuevas, *op.cit.*), ciclo lunar (Cuevas *et al.*, 2013) e maré (Wetherbee *et al.*, 2007; Silliman & Gruber 1999; Carlisle & Starr, 2010).

A raia *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) apresenta ampla distribuição ao longo do Atlântico Oeste, ocorrendo do Golfo do México até o sul da costa do Brasil (Paraná) (Figueiredo, 1977; Menni & Lessa, 1998; Rosa

& Furtado, 2004). Capturada frequentemente pela frota artesanal costeira da região Nordeste do Brasil (Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, 2011), representa a espécie de raia com maior descarregamento na Baía de Todos os Santos (BTS). A variação de captura mensal dessa espécie explica a maior parte da flutuação da produção total da BTS (Soares *et al.*, 2011). Em contraste com a importância regional desse recurso pesqueiro, há uma lacuna de conhecimento sobre os fatores atuantes em sua distribuição, abundância, comportamento e, conseqüentemente, sobre sua captura.

Diante desse contexto, objetivou-se testar a influência, na CPUE descarregada, de variáveis ambientais temporais e espaciais que estão associadas à dinâmica espacial e temporal do ecossistema na BTS. O entendimento do padrão de distribuição e abundância dessa espécie poderão subsidiar medidas para sua conservação. Os parâmetros gerados poderão ser apropriados para futuros estudos que considerem os impactos ambientais de origem antropogênica e para o estabelecimento de áreas prioritárias de proteção marinha.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A BTS (12° 39' 40 "S – 13° S e 38° 30' W – 38° 43' 30" W) é a segunda maior baía do Brasil (Fig.1), com área aproximada de 1.086 km², 200 km (perímetro) de linha de costa (Lessa *et al.*, 2009). Possui substrato composto, principalmente: por areia siliclástica de origem oceânica nos canais de Itaparica e Salvador (entrada da baía); areias carbonáticas, ao redor das ilhas (Ilha de Maré e Frades); e lama (argila e silte), na porção norte da BTS. Manchas (*patches*) de cascalho e biodetritos ocorrem ao longo de toda a baía. Manguezais são abundantes na porção norte da BTS (Cirano & Lessa, 2007).

Há um evidente padrão sazonal na dinâmica das massas de água dentro da baía. No verão, a condição marinha prevalece decorrente da penetração da Água Tropical (AT), com temperaturas superiores a 20°C e salinidade superior a 36. No inverno, a condição estuarina é dominante, devido à presença da Água Costeira (AC) no sistema, originada da mistura da água continental e da plataforma, mais fria e menos salina (<20°C; <36) (Cirano &

Lessa, 2007). A baía apresenta, também, claro padrão sazonal da temperatura, precipitação e vento (Lessa *et al.*, 2009; INMET, 2014).

Em relação às condições climáticas, há dois períodos característicos, um mais seco e com temperaturas do ar mais elevadas ($\sim 30^{\circ}\text{C}$), entre novembro e abril, e um mais chuvoso com temperaturas mais amenas ($\sim 21^{\circ}\text{C}$), entre maio e outubro. Os ventos com maiores intensidades foram registrados entre maio e setembro (5 m/s) (INMET, 2014) e podem estar associados à entrada de frentes frias. Periodicamente, no outono e inverno, uma frente Polar Atlântica gera ventos fortes proveniente do sudeste (Martin *et al.*, 1998). No verão e primavera, os ventos são mais amenos, devido à diminuição de fenômenos dessa natureza.

Coleta dos dados

Foram acompanhados descarregamentos (Fig.2) da pesca artesanal de *D. guttata*, que opera com espinhel de fundo “grozeira” na Ilha de Bom Jesus dos Passos ($12^{\circ} 45' 39'' \text{ S} - 38^{\circ} 38' 28'' \text{ O}$), durante um período de sete dias consecutivos por mês, entre janeiro de 2012 e janeiro de 2013.

A “grozeira” consiste de um espinhel de fundo manufaturado artesanalmente, composto por uma linha mestra de multifilamento ($\sim 150 \text{ m} - 2700 \text{ m}$ de comprimento) à qual se conectam as linhas secundárias, com cerca de 100 cm de comprimento, cada uma com um anzol na extremidade (anzóis de tamanho cinco ou seis), e espaçamento entre linhas secundárias de 150 cm. O número de anzóis varia entre 100 e 1800 anzóis e o tempo de imersão varia entre uma a oito horas. A isca é utilizada viva, consistindo, principalmente, do peixe *Gobionelus oceanicus* (Gobiidae).

As raias foram identificadas em campo com base em Figueiredo (1977) Gomes *et al.* (2000), Santos & Carvalho (2004) e Gomes *et al.*, (2010). “Captura” corresponde à massa total de *D. guttata* descarregada em kilograma (kg). O local de pesca (pesqueiro), o número de anzóis utilizado e o tempo de imersão da grozeira foram registrados para cada descarregamento. O tempo de imersão corresponde ao tempo total, em horas, que o petrecho ficou imerso, da finalização do lançamento dos anzóis na água até o início de sua retirada.

Variáveis preditoras e variável resposta (CPUE)

As variáveis preditoras temporais e espaciais relacionadas à operação de pesca (pescador) estão sumariadas na Tabela 1.

Os meses da amostragem foram agrupados em: verão (janeiro e fevereiro de 2012 e janeiro de 2013); outono (março a maio de 2012); inverno (junho a agosto de 2012); primavera (setembro a novembro de 2012). O período seco (baixa pluviosidade) compreendeu os meses de novembro a abril e período chuvoso (elevada pluviosidade), de maio a outubro (INMET, 2014).

Os dados das variáveis: velocidade do vento, precipitação, temperatura mínima e temperatura máxima do ar, e tempo de insolação, foram obtidas do banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação 83229 de Salvador (Ondina) (INMET, 2014). Os dados de maré e datas das fases da lua foram obtidos da base de previsões de maré da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN, 2013).

A localização geográfica dos locais de pesca (pesqueiros) foi baseada nas denominações obtidas no momento dos descarregamentos. Com o auxílio dos pescadores locais que atuam na pesca há mais de 20 anos, foi feita a localização aproximada desses locais nas cartas náuticas. Esses pesqueiros foram agrupados em quatro áreas (área 1 a 4; Fig.1), de acordo com as condições fisiográficas e características oceanográficas do local da captura. Particularidades de cada área são detalhadas na Tabela 2.

A variável resposta, CPUE de cada descarregamento, foi calculada segundo a fórmula:

$$CPUE = \frac{Captura (kg) \times 1000}{N^{\circ} de anzóis \times Tempo de imersão(horas)^{-1}},$$

Ajuste do modelo

A variação da CPUE de *D. guttata* foi testada em relação à variação das variáveis preditoras (Tab.1) pelo uso de um modelo linear generalizado (MLG) (McCullagh & Nelder, 1989). O MLG fornece um referencial teórico único, nos quais pressupostos da normalidade do erro e a constância da variância do modelo linear tradicional são flexibilizados (Maunder & Punt, 2004).

A densidade de probabilidade da CPUE observada foi distribuída assimetricamente à direita (Fig.3). Assim, o modelo foi construído com distribuição gama e *log-link function* (μ). Previamente à construção do modelo, a análise diagnóstica de multicolinearidade foi realizada correlacionando as variáveis preditoras (inspeção com coeficiente de correlação de Pearson). Com base nessa inspeção, o fator “fase da lua” foi removido do modelo, pois foi altamente correlacionada com a maré ($r = 0,89$).

O MGL da relação entre CPUE e fatores preditores de interesse foi construído no *software R* (*R Development Core Team*) e apresentou a seguinte representação matemática:

$$CPUE = \alpha + \beta_j + \gamma_k + \Theta_l + \rho_n + \sigma 1VV_{ijklmn} + \delta 1Prec_{ijklmn} + \omega 1Ins_{ijklmn} + \varepsilon 1Tmax_{ijklmn} + \epsilon 1Tmin_{ijklmn}$$

Sendo: α = intercepto; β_j = estação do ano; γ_k = período; Θ_l = maré; ρ_n = área de pesca; $\sigma 1VV_{ijklmn}$ = velocidade do vento; $\delta 1Prec_{ijklmn}$ = precipitação; $\omega 1Ins_{ijklmn}$ = horas de insolação; $\varepsilon 1Tmax_{ijklmn}$ = temperatura máxima do ar; $\epsilon 1Tmin_{ijklmn}$ = temperatura mínima do ar.

A função ‘stepAIC’, implementada no R, a qual baseia-se no Critério de informação de Akaike, AIC (*Akaike Information Criterion*) (Akaike, 1973; Burnham & Anderson, 2002) foi utilizada para selecionar e retornar um modelo com um número reduzido de variáveis e um bom ajuste (ou seja, o modelo mais parcimonioso; Burnham & Anderson, 2002). O AIC é estimado segundo a fórmula: $\hat{AIC} = -2l + 2k$, sendo que l é o logaritmo da função verossimilhança e k , o número de parâmetros do modelo ajustado. Os níveis das variáveis preditoras categóricas não significativas identificadas pela função acima foram agrupados e, então, um novo modelo foi construído, para, em seguida, compará-lo com o modelo prévio, empregando o teste de razão de verossimilhança com a função ‘anova’. Essa comparação sucessiva de modelos também foi aplicada, considerando interações entre as variáveis preditoras.

Valores discrepantes da variável resposta foram avaliados pelo gráfico da distância de Cook. Em caso de elevada discrepância entre o valor estimado e o observado da CPUE, o dado foi retirado da amostra e novamente o modelo foi testado. Com a condução desse diagnóstico (Fig.4), uma observação foi

retirada da análise, o qual consistiu em um descarregamento proveniente da área 4 (CPUE calculada = $0,16/\text{anzol} \cdot \text{hora}^{-1}$ e CPUE estimada = $0,04/\text{anzol} \cdot \text{hora}^{-1}$). Gráfico da probabilidade (95%) dos resíduos foi analisado para verificar potenciais erros sistemáticos dos pressupostos do modelo.

RESULTADOS

Foram utilizados nesse estudo um total de 190 descarregamentos de *D. guttata*, registrados em 119 dias de acompanhamentos, perfazendo uma captura total de 11.458 kg e CPUE média de $0,017 \text{ kg}/\text{anzol} \cdot \text{hora}^{-1}$, variando entre 0 e $0,16 \text{ kg}/\text{anzol} \cdot \text{hora}^{-1}$. Valor zero de CPUE foi obtido somente de uma embarcação em uma ocasião.

O MLG mais parcimonioso foi composto das variáveis significativas: estação do ano, maré e local de captura (Tab.3). Os níveis significativamente influentes dessas variáveis na CPUE foram o inverno, a maré de sizígia e as áreas de pesca 2 e 4 (Tab.3). O gráfico normal de probabilidades para os resíduos com uma banda aproximada de 95% de confiança indica que a suposição de distribuição gama da CPUE está correta (Fig.5). Os testes de verossimilhança não rejeitaram o modelo acima ($P = 0,09$).

Os maiores valores de CPUE ocorreram nas áreas 2 e 4, durante a maré de sizígia e em situação de não inverno (*i.e.* verão, outono ou primavera) (Tab.2; Fig.6; Fig.7). O inverno foi um nível negativamente relacionado com a CPUE, com os menores valores registrados e estimados nesse período (Tab.2; Fig.6; Fig.7).

DISCUSSÃO

Neste estudo foi analisada pela primeira vez a influência de fatores ambientais na CPUE de *D. guttata* da Baía de Todos os Santos. Tais informações podem ser utilizadas nas tomadas de decisões, nas avaliações de risco das atividades antrópicas e em planos de conservação e ordenamento pesqueiro de *D. guttata*, um dos principais recursos desse sistema.

Muitos autores (*e.g.* Lessa *et al.*, 1986; Bizarro *et al.*, 2009) atribuem a sazonalidade das capturas a deslocamentos populacionais relacionados à dinâmica do ciclo de vida das espécies. Diversos elasmobrânquios se aproximam da costa para o parto e, nesse momento, tornam-se mais

suscetíveis às frotas pesqueiras de pequena escala (Bizarro *et al.*, *op.cit.*; Jacoby *et al.*, 2011). Há fortes indícios que esse não é o caso *D. guttata*, pois se verificou que a espécie apresenta reprodução contínua ao longo do ano (Gianeti, 2011; Palmeira, 2012; Presente tese, Capítulo 2) e utiliza a BTS ao longo de todo seu ciclo de vida (Presente tese, Capítulo 2). A residência de Dasyatidae em estuários já foi citada para *Dasyatis sayi* (Snelson *et al.*, 1989) e *Dasyatis sabina* (Johnson & Snelson, 1996), ambos estudos realizados na Flórida (EUA).

A menor CPUE do inverno pode ser atribuída à influência de fatores abióticos adversos que ocorrem durante esse período. Além disso, esses fatores prejudicam a operacionalidade do petrecho, alterando a dinâmica da pesca. Dentre os fatores abióticos adversos, podemos citar uma maior influência de ventos intensos de sul, aumento de pluviosidade, diminuição de temperatura e da insolação (INMET, 2014). Embora exploradas individualmente no modelo, essas variáveis não foram significativas, provavelmente pela pequena variabilidade dos valores desses fatores nos dias registrados, e, possivelmente sendo aferida somente em uma escala de temporalidade maior, com a inclusão da estação do ano.

O aumento da precipitação e, conseqüentemente, de descargas continentais, assim como o aumento da intensidade dos ventos, durante o inverno, conferem um maior hidrodinamismo à BTS, podendo afetar diretamente a operacionalidade da grozeira. Guyomard *et al.* (2004) verificaram uma maior tendência de os espinheis afundarem mais lentamente, prejudicando a disponibilidade dos anzóis ao peixe, em ocasiões de presença de correntes fortes de superfície, como as causadas pela ação de ventos intensos. Além disso, há uma diminuição na atividade pesqueira em dias com condições climáticas adversas, conforme relatado pelos pescadores e descrito no Capítulo 5 da presente tese.

No inverno, provavelmente pelos fatores cima citados, há também uma maior utilização da área 1 para pesca, provavelmente por ser uma área mais abrigada. Essa área provavelmente é a menos produtiva em termos pesqueiros devido às capturas proporcionalmente maiores de indivíduos jovens nessa área. A maior proporção de jovens foi registrada para a área 1, o que pode ser uma evidência de segregação ontogenética de *D. guttata* na BTS (Presente

tese, Capítulo 2). Nessa área, há uma maior presença de manguezais (Schaeffer-Novelli, 1989), as quais são frequentemente reportada como áreas de berçário para os elasmobrânquios (Heupel *et al.*, 2007; Yokota & Lessa 2007; Jacoby *et al.*, 2011; Cerutti-Pereyra *et al.*, 2014), importantes por proverem elevada oferta de alimento e proteção contra predadores nos primeiros estágios de vida (Yokota & Lessa 2006; Yeiser *et al.*, 2008).

As maiores CPUE de *D. guttata* ocorreram nas áreas 2 e 4 da BTS. Apesar de comumente ser reportada em locais de fundos lamosos (Figueiredo & Menezes, 1977), o uso de áreas com substratos heterogêneos (fundos lamosos interpostos por bancos calcáreos e arenosos), como nas áreas 2 e 4, pode favorecer a espécie devido a uma maior oferta e diversidade de presas (Ebert & Cowley, 2003). Katsanevakis *et al.* (2009) também verificaram relação positiva entre percentual de areia e carbonato no sedimento e a abundância de raias. Além disso, nessas áreas há locais com elevada profundidade (>20m) (Cirano & Lessa, 2007), fato que também pode ter favorecido a maior produtividade decorrente da captura proporcionalmente maior de exemplares de maior porte. A relação positiva entre a profundidade e ocorrência de exemplares de maiores tamanhos é amplamente difundida na literatura (*e.g.* Snelson *et al.*, 1989). Tal captura diferenciada de exemplares maiores pode ter influenciado positivamente a produtividade dessas áreas e consequentemente a CPUE.

Além de área e sazonalidade, a maré também afetou a CPUE de *D. guttata* na BTS, atingindo os maiores valores foi o nível sizígia. As maiores amplitudes da maré ocorrem nas luas novas e cheias, quando o centro da Terra é alinhado linearmente com a lua e o sol, em uma configuração chamada “sizígia”. Nos períodos de maré de sizígia, os ambientes emersos nos de quadratura, como por exemplo, planícies de maré, costões e lajes rochosas, tornam-se acessíveis ao forrageamento de diversos organismos nectônicos, incluindo as raias.

Thalassinidea, um grupo de crustáceos infaunais que vive em galerias em substrato inconsolidados, geralmente, nas zonas entremarés (Swinbanks & Luternauer, 1987), foi o principal item alimentar dessa espécie (Presente tese, Capítulo 4). Pode-se presumir que a maior abundância de *D. guttata* esteja

sincronizada à disponibilidade cíclica dessa presa, considerando-se que o predador pode antecipar quando e onde há presa disponível (Irons, 1998).

Alguns trabalhos enfatizaram que as táticas de forrageamento na maré enchente, além de aumentar a disponibilidade de alimento (Teaf, 1980; Smith & Merriner, 1985), minimizam o gasto energético (Gilliam & Sullivan, 1993; Campbell *et al.*, 2012). Ackerman *et al.* (2000) sugeriram que o tubarão leopardo, *Triakis semifasciata*, economiza em até 6% dos gastos ao nadar em favor de correntes de maré. Embora o ciclo de maré diária, enchente e vazante, não foi incluído no modelo, acredita-se que a maior amplitude das marés na sizígia podem também diminuir o gasto energético para locomoção de *D. guttata* na BTS.

Além da variação diária do nível de maré, outras variáveis abióticas podem ser consideradas em modelos futuros, sobretudo a temperatura da água e a salinidade. Diferenças de salinidade são registradas ao longo da BTS. Há maior influência dos maiores tributários que ocorrem na BTS a leste e maior influência oceânica a oeste (Cirano & Lessa, 2007), resultando, respectivamente, em uma área mais estuarina e outra com condições mais oceânicas, respectivamente. Padrão de ocupação diferenciada da raia *Rhinoptera bonasus* foi registrada em um estuário na Flórida, com maior distribuição à montante em períodos de diminuição do aporte continental e consequente aumento de salinidade (Collins *et al.*, 2008).

A temperatura da água é um dos principais fatores que afetam as funções metabólicas dos elasmobrânquios, assim como dos peixes em geral (Fry, 1971; Bernal *et al.*, 2012), influenciando nas atividades de natação, alimentação e reprodução (Stoner, 2004). Há evidências de que algumas raias tornam-se letárgicas com a diminuição da temperatura (Cartamil *et al.*, 2003). Outros elasmobrânquios, como o tubarão *Triakis semifasciata*, realizam migrações diárias para locais mais quentes, onde ocorre maior crescimento somático (Hight & Lowe, 2007). Os mesmos autores concluíram que a elevação da temperatura pode aumentar a taxa metabólica em, até, 17% e, possivelmente, acelera o desenvolvimento embrionário, diminuindo assim o tempo de gestação. Temperatura da água mensurada in loco não esteve disponível nesse estudo. Apesar da disponibilidade de dados de temperatura da BTS provenientes de sensoriamento remoto (satélite) (GES DISC, 2014),

estes exibem baixa resolução espacial e são disponibilizados como médias mensais.

A interpretação e discussão dos resultados permitiram concluir que há influência das variáveis espaços-temporais no padrão de distribuição e abundância da população de *D. guttata* na BTS. Verifica-se que essas mesmas variáveis são efetivamente consideradas pelos pescadores durante a atividade de pesca das raias (e.g. escolha do local de pesca, época de empregar mais esforço, lua etc.). Assim, para estudos, nos quais objetiva-se averiguar a distribuição espaço-temporal das espécies, a *expertise* dos pescadores deve ser considerada.

Essas informações são pioneiras para a espécie e para a área de estudo que podem ser apropriadas para o manejo dessa espécie frente à pressão pesqueira e as mudanças ambientais. Recomenda-se que amostragens científicas (*i.e.* não dependentes da pesca artesanal) sejam conduzidas futuramente de modo a viabilizar a mensuração de diversos parâmetros abióticos (como temperatura e salinidade), *in loco*, concomitante à captura, cuja variabilidade não terá influência de fatores relacionados à pesca. A adoção de tal método processo amostral poderá evidenciar com mais acurácia e precisão padrão sazonal de abundância da *D. guttata* na BTS, bem como a influencia temporal e de fatores ambientais na distribuição e abundância dessa espécie, informações importantes na implantação do ordenamento pesqueiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN, J. T.; KONDRATIEFF, M. C.; MATERN, S. A.; CECH, J. J. JR. Tidal influence on spatial dynamics of leopard sharks, *Triakis semifasciata*, in Tomales Bay, California. **Environ. Biol. Fish.** 58 (1), 33-43. 2000.
- AKAIKE, H. Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle. In: B. N. PETROV, F. CSAKI, (Eds.) **Second International Symposium on Information Theory**. Budapest: Akademiai Kiado, pp. 267–281. 1973.
- BARBINI, S. A. Ecología trófica de las rayas (Chondrichthyes, Rajidae) en el ecosistema costero bonaerense y uruguayo. 185 f. Ph.D. Thesis, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, 2011.
- BERNAL, D.; CARLSON, J. K.; GOLDMAN, K. J.; LOWE, C. G. Energetics, metabolism, and endothermy in sharks and rays. In J. C. CARRIER; J. A. MUSICK; M. R. HEITHAUS, (Eds): **Biology of sharks and their relatives**, 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, FL. p. 211–237. 2012.
- BIZARRO, J. J., SMITH, W. D., MÁRQUEZ-FARÍAS, J. F., TYMINSK, J., HUETER, R. E. Temporal variation in the artisanal elasmobranch fishery of Sonora, Mexico. **Fish. Res.**, 97, 103–117. 2009.
- BURNHAM, K. P., ANDERSON, D. R. Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. Second ed. New York: Springer-Verlag. 2002.
- CAMPBELL, H. A., HEWITT, M., WATTS, M. E., PEVERELL, S., FRANKLIN, C. E. Short- and long-term movement patterns in the freshwater whiplay (*Himantura dalyensis*) determined by the signal processing of passive acoustic telemetry data. **Mar. Fresh. Res.** 63, 341–350. 2012.
- CARLISLE, A. B.; STARR, R. M. Tidal movements of female leopard sharks (*Triakis semifasciata*) in Elkhorn Slough, California. **Environ. Biol. Fish.** 89, 31-45, 2010.
- CARTAMIL, D. P.; VAUDO, J. J.; LOWE, C. G.; WETHERBEE, B. M.; HOLLAND, K. N. Diel movement patterns of the Hawaiian stingray, *Dasyatis lata*: implications for ecological interactions between sympatric elasmobranch species. **Mar. Biol.** 142: 841–847. 2003.
- CERUTTI-PEREYRA, F.; THUMS, M.; AUSTIN, C.M.; BRADSHAW, C.J.A.; STEVENS, J.D.; BABCOCK, R.C.; PILLANS, R.D.; MEEKAN, M.G. Restricted movements of juvenile rays in the lagoon of Ningaloo Reef, Western Australia – evidence for the existence of a nursery. **Environ. Biol. Fish.** 97 (4): 371-383. 2014.
- CIRANO, M.; LESSA, G. C. Oceanographic characteristics of the Baía de Todos os Santos. Brasil. **Rev. Bras. Geofís.** 25, 363-387. 2007.
- COLLINS, A.B.; HEUPEL, M.R.; SIMPFENDORFER, C.A. Spatial distribution and long-term movement patterns of cownose rays *Rhinoptera bonasus* within an estuarine river. **Estuar. Coast.** 31, 1174-1183. 2008.
- CORTÉS, F.; JAUREGUIZAR, A. J.; GUERRERO, A. R.; DOGLIOTTI, A. Influence of estuarine and continental shelf water advection on the coastal movements of apron ray *Discopyge tschudii* in the Southwestern Atlantic. **J. Appl. Ichthyol.** 27, 1278-1285, 2011.
- CUEVAS, E.; PÉREZ, J. C.; MÉNDEZ, I. Efecto de factores ambientales y la asignación del esfuerzo pesquero sobre las capturas de la raya *Aetobatus*

- narinari* (Rajiformes: Myliobatidae) en el sur del Golfo de México. **Rev. Biol. Trop.** 61, (3), 1341-1349. 2013.
- DHN, Diretoria de Hidrografia e Navegação, Marinha do Brasil, Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/>>. Acesso em 12 de dezembro de 2013.
- FIGUEIREDO, J. L. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, raias e quimeras. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 1-104p. 1977.
- FRY, F. E. J. The effect of environmental factors on the physiology of fish. In: HOAR, W. S., RANDALL, D. J. (Eds.): **Fish Physiology**, Vol. VI., Academic Press, NY, 1971, p. 1-98.
- GES DISC: Goddard Earth Sciences, Data and Information Services Center, Giovanni - Interactive Visualization and Analysis, Disponível em <<http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.
- GIANETI, M. D. Reprodução, alimentação, idade e crescimento de *Dasyatis guttata* (Bloch; Schneider, 1801) (Elasmobranchii; Dasyatidae) na região de Caiçara do Norte - RN. 2011. 115 f. Tese (Doutorado em Ciências, área Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- GILLIAM, D.; SULLIVAN, K. M. Diet and feeding habits of the Southern stingray *Dasyatis americana* in the central Bahamas. **Bulletin of Marine Science**, 52(3): 1007-1013, 1993.
- GOMES, U. L.; ROSA, R. S.; GADIG, O. B. F. *Dasyatis marianae* sp.n.: a new species of stingray (Chondrichthyes: Dasyatidae) from the southwestern Atlantic. **Copeia**. 2000(2), 510 – 515. 2000.
- GOMES, U. L.; SIGNORINI, C. N.; GADIG, O. B. F.; SANTOS, H. R. S. Guia para identificação de tubarões e raias do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. 234p.
- GUYOMARD, D.; DESRUISSEAU, M.; POISSON, F.; TAQUET, M.; PETIT, M. GAM analysis of operational and environmental factors affecting swordfish (*Xiphias gladius*) catch and CPUE of the Reunion Island longline fishery, in the South Western Indian Ocean. IOTC-2004-WPB-08, 2004.
- HEITHAUS, M. R., FRID, A., WIRSING, A. J., DILL, L. M., FOURQUREAN, J. W., BURKHOLDER, D. State-dependent risk-taking by green sea turtles mediates top-down effects of tiger shark intimidation in a marine ecosystem. **J. Anim. Ecol.** 76, 837–844. 2007.
- HEUPEL, M. R.; CARLSON, J. K.; SIMPFENDORFER, C. A. Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 337, 287–297. 2007.
- HIGHT, B. V.; LOWE, C. G. Elevated body temperatures of adult female leopard sharks, *Triakis semifasciata*, while aggregating in shallow nearshore embayments: Evidence for behavioral thermoregulation? **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 352, 114–128. 2007
- HUEY, R. B. Physiological consequences of habitat selection. **Amer. Nat.** 137: S91–S115. 1991.
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, Ministério da Agricultura, Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em 03 de janeiro de 2014.
- IRONS D. B. Foraging area fidelity of individual seabirds in relation to tidal cycles and flock feeding. **Ecol.** 79:647-655. 1998.

- JACOBY, D. M. P.; CROFT, D. P.; SIMS, D.W. Social behaviour in sharks and rays: analysis, patterns and implications for conservation. **Fish. Fish.** 13(4), 399 – 417. 2011.
- JOHNSON, M. R.; SNELSON, F. F. JR., Reproductive life history of the Atlantic stingray, *Dasyatis sabrina* (Pisces, Dasyatidae), in the freshwater St. Johns River, Florida. **Bull. Mar. Sci.** 59(1): 74–88. 1996.
- KATSANEVAKIS, S.; MARAVELIAS, C. D.; DAMALAS, D.; KARAGEORGIS, A. P.; TSITSIKA, E. F.; CHRISTOS ANAGNOSTOU, C.; PAPACONSTANTINO, C., 2009. Spatiotemporal distribution and habitat use of commercial demersal species in the eastern Mediterranean Sea. **Fish. Oceanogr.** 18:6, 439–457.
- LESSA, R. P.; VOOREN, C. M.; LAHAYE, J. Desenvolvimento e ciclo sexual das fêmeas, migrações e fecundidade da viola *Rhinobatos horkelii* (Mueller; Henle, 1841) do Sul do Brasil. **Rev. Bras. Biol.** 8, 5-34, 1986.
- LESSA, G.C.; CIRANO, M.; TANAJURA, C.A.S.; SILVA, R.R. Oceanografia Física. In: HATJE, V., DE ANDRADE, J.B. (Eds.): **Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos**. Salvador, EDUFBA, p. 161-206. 2009.
- LUCIFORA, L. O.; GARCÍA, V. B.; MENNI, R. C.; WORN, B., 2012. Spatial patterns in the diversity of sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyes) in the Southwest Atlantic. **Biodivers. Conserv.** 21:407–419. 2012
- MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; BITTENCOURT, A. C. S. P. 1998. Climatic control of coastal erosion during a sea-level fall episode. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, v. 70, p. 249-266. 1998.
- MARTIN, C. S.; VAZ, S.; ELLIS, J. R.; LAURIA, V.; COPPIN, F.; CARPENTIER, A., 2012. Modelled distributions of ten demersal elasmobranchs of the eastern English Channel in relation to the environment. **J Exp. Mar. Biol. Ecol.** 418–419. 2012.
- MAUNDER, M. N.; PUNT, A. E., Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. **Fish. Res.** 70: 141–159. 2004.
- MAUNDER, M.N.; HARLEY, S.J.; HAMPTON, J. Including parameter uncertainty in forward projections of computationally intensive statistical population dynamic models. **ICES J. Mar. Sci.** 63:969-979. 2006.
- MCCULLAGH, P.; NELDER, J. A. Generalized Linear Models. Boca Raton: Chapman; Hall/CRC, 2nd ed. 1989.
- MENNI, R. C.; LESSA, R. P. The chondrichthyan community off Maranhão (northeastern Brazil). II. Biology of species. **Act. Zool. Lilloana**, 44: 69-89. 1998.
- MENNI, R. C.; JAUREGUIZAR, A. J.; STEHMANN, M. F. W.; LUCIFORA, L. O. Marine biodiversity at the community level: zoogeography of sharks, skates, rays and chimaeras in the southwestern Atlantic. **Biodivers. Conserv.** 19:775–796. 2010.
- MITCHELL, J. D.; COLLINS, K. J.; MILLER, P. I.; SUBERG, L. A. Quantifying the impact of environmental variables upon catch per unit effort of the blue shark *Prionace glauca* in the western English Channel. **J. Fish. Biol.** 85, 657–670. 2014.
- ROSA, R; FURTADO, M. *Dasyatis guttata*, **IUCN Red list of threatened species**, Version 2011.2. International Union for Conservation of Nature. Disponível em: <www.iucnredlist.org>

- SANTOS, H.R.S.; DE CARVALHO, M.R. Description of a new species of whiptailed stingray from the southwestern Atlantic Ocean (Chondrichthyes, Myliobatiformes, Dasyatidae). **Bol. Mus. Nac. Rio de Janeiro**, 516: 1-24. 2004.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o ecossistema manguezal. **Pub. Espec. Inst. Oceanogr.** 7:1-16, 1989.
- SCHALAFF, A. M.; HEUPEL, M. R.; SIMPFENDORFER, C. A. Influence of environmental factors on shark and ray movement, behavior and habitat use: a review. **Fish. Biol. Fisheries**. 24:1089-1103. 2014.
- SILLIMAN, W. R.; GRUBER, S. H. Behavioral Biology of the Spotted Eagle Ray, *Aetobatus narinari* (Euphrasen, 1790), in Bimini, Bahamas; an Interim Report. 1-10. 1999.
- SIMPFENDORFER, C.A.; YEISER, B. G.; WILEY, T. R.; POULAKIS, G. R.; STEVENS, P. W. Environmental Influences on the Spatial Ecology of Juvenile Smalltooth Sawfish (*Pristis pectinata*): Results from Acoustic Monitoring. **PLoS ONE** 6(2): e16918. doi:10.1371/journal.pone.0016918. 2011.
- SMITH, J.W.; J.V. MERRINER. Food habits and feeding behavior of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in lower Chesapeake Bay. **Estuaries** 8(3):305-310. 1985.
- SNELSON, F. F. JR.; WILLIAMS-HOOPER, S. E; SCHMID, T. H. Biology of the bluntnose stingray, *Dasyatis sayi*, in Florida Coastal Lagoons. **Bull. Mar. Sci.** 45(1): 15-25. 1989.
- SOARES, L.S.H.; LOPEZ, J.P.; MUTO, E.Y.; GIANNINI, R. Capture fishery in the Northern Todos os Santos Bay, Topical Southwestern Atlantic, Brazil. **Braz. J. Oceanogr.** 59(1), 61-74, 2011.
- STONER, A. W. 2004. Effects of environmental variables on fish feeding ecology: implications for the performance of baited fishing gear and stock assessment. **Journal of Fish Biology**, 65: 1445-1471.
- SPARRE, P.; VENEMA, S.C. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Parte 1: Manual. FAO, Roma. 1997.
- SWINBANKS, D. D., LUTEMAUER, J. L. Burrow distribution of thalassinidean shrimp on a Fraser delta tidal flat, British Columbia. **J. Paleont.** 61(2): 315-332. 1987.
- TEAF, C.M. A study of the tidally-oriented movements of the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina* (LeSeuer) in Apalachee Bay, Florida. XX f. MSc thesis, Florida State University, Florida. 1980.
- VIANNA, G. M. S.; VOOREN. C. M. Distribution and abundance of the lesser electric ray *Narcine brasiliensis* (Olfers, 1831) (Elasmobranchii: Narcinidae) in Southern Brazil in relation to environmental factors. **Braz. J. Oceanogr.**, 57(2):105-112. 2009.
- WETHERBEE, B. M.; GRUBER, S. H.; ROSA, R. S. Movement patterns of juvenile lemon sharks *Negaprion brevirostris* within Atol das Rocas, Brazil: a nursery area characterized by tidal extremes. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 343: 283-293. 2007.
- YEISER, B. G., HEUPEL, M. R., AND SIMPFENDORFER, C.A. Residence and movement patterns of bull (*Carcharhinus leucas*) and lemon (*Negaprion brevirostris*) sharks within a coastal estuary. **Mar. Fresh. Res.** 59, 489–501. 2008.

- YOKOTA, L.; LESSA, R.P. A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. **Environ. Biol. Fish.** 75, 349-360. 2006.
- YOKOTA, L. & LESSA, R.P. Reproductive biology of three ray species: *Gymnura micrura* (Bloch & Schneider, 1801), *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) and *Dasyatis marianae* Gomes, Rosa & Gadig, 2000, caught by artisanal fisheries in Northeastern Brazil. **Ca. Biol. Mar.** 48, 249-257, 2007.

Figura 1. A Baía de Todos os Santos, sua localização na costa norte do Brasil, as quatro áreas de pesca (A1 – A4) e Bom Jesus dos Passos (1), local de descarregamento da pesca de *Dasyatis guttata* onde foram obtidos os dados de captura e informações da pesca (pesqueiro e esforço de pesca).

Figura 2. Foto documental de raias *Dasyatis guttata* descarregadas na ilha de Bom Jesus dos Passos.

Figura 3. Distribuição das frequências de CPUE de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos.

Figura 4. Gráfico da distância de Cook, para identificação de descarregamento pesqueiro de *Dasyatis guttata* com dados discrepantes ao modelo final ajustado da relação entre CPUE e variáveis preditoras de interesse.

Figura 5. Gráfico da análise de resíduos do ajuste do modelo final para a CPUE de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos. As linhas sólidas indicam o intervalo de confiança (95%).

Figura 6. Box-plots da variação da CPUE de *Dasyatis guttata* na BTS em função das variáveis preditoras que melhor explicaram tal variação de acordo com MLG. Valores entre parênteses indica o número de observações por nível de cada variável preditora.

Figura 7. Gráfico de barras da CPUE estimada para descarregamentos de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos.

Tabela 1. Variáveis preditoras e seus respectivos níveis utilizados para testar suas influências na variabilidade de CPUE de *Dasyatis guttata* descarregada pela pesca artesanal baseada em Bom Jesus dos Passos, Baía de Todos os Santos. n = número de descarregamentos. * indica as variáveis categóricas, as demais são contínuas. As áreas de pesca estão apresentadas na figura 1 e suas características ambientais detalhadas na tabela 2.

Tipo de variáveis	Variáveis	Níveis	n
Temporais	Estação do ano*	Primavera	56
		Verão	52
		Outono	34
		Inverno	48
	Período*	Seco	95
		Chuvoso	95
	Maré*	Quadratura	104
		Sizígia	86
	Fase da Lua*	Minguante	49
		Nova	39
		Crescente	55
		Cheia	47
	Velocidade do vento (m/s)	0 – 4,95	190
	Temperatura mínima do ar (°C)	18,8 – 24,8 °C	190
	Temperatura máxima do ar (°C)	23,2 – 34,3 °C	190
	Insolação (horas)	0 – 9,6 hora/dia	190
Espacial	Local de pesca*	Área 1	54
		Área 2	86
		Área 3	28
		Área 4	19

Fonte dos dados meteorológicos: Instituto Nacional de Meteorologia (IMNET, www.inmet.gov.br); fonte dados de maré e datas das fases lunares: Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN - <https://www1.mar.mil.br/dhn/?q=initial>)

Tabela 2. Classificação das áreas de captura na Baía de Todos os Santos de *Dasyatis guttata* descarregadas em Bom Jesus dos Passos, baseada em Cirano & Lessa (2007).

Área de captura	Característica
Área 1	Presença extensos manguezais; substrato principalmente lamoso e arenoso; e forte influência do aporte continental proveniente do rio Subaé.
Área 2	Substrato de lama, areia, mosaicos de cascalho e aporte continental proveniente do rio Paraguaçu.
Área 3	Presença de manguezais degradados, substrato principalmente de lama, areia e recifes de corais.
Área 4	Substrato principalmente arenoso com lama e recifes de corais esparsos; local com maior influência oceânica.

Tabela 3. Constante, coeficientes e seus respectivos erros padrões aproximados e significância (*P*) do modelo final ajustado mais parcimonioso da relação entre CPUE de *Dasyatis guttata* e variáveis preditoras ambientais e temporais da Baía de Todos os Santos. * valor significativo.

Efeito	Estimativa	Erro padrão	<i>P</i>
Constante	2,523	0,108	<0,001*
Inverno	-0,644	0,135	<0,001*
Área 2	0,552	0,123	<0,001*
Área 4	0,437	0,205	0,0343*
Sizígia	0,262	0,117	0,0266*

Fator fase da lua apresentou elevada correlação com maré ($r = 0,89$) e, portanto, foi excluído do modelo.

Capítulo 2 – Estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.

INTRODUÇÃO

Os elasmobrânquios são caracterizados, de um modo geral, pela maturação tardia, ciclo de vida longo e investimento em pequeno número de embriões, que nascem em fase adiantada de desenvolvimento (Stevens *et al.*, 2000). Desse modo, o sucesso do estabelecimento das populações depende do recrutamento, sobrevivência do estoque parental, além da proteção das áreas de berçário (Camhi *et al.*, 1998; Dulvy *et al.*, 2014). Neste aspecto, as baías, os estuários e as áreas costeiras, têm sido indicados como áreas de berçário para diversas espécies de peixes costeiros (Beck *et al.*, 2001), assim como os elasmobrânquios (Yokota & Lessa, 2006; Lessa *et al.*, 2008; Freitas *et al.*, 2009).

O declínio de uma população de elasmobrânquio pode interferir na estrutura e função do ecossistema marinho, com consequências ecológicas e econômicas importantes (Stevens *et al.*, 2000; Myers & Worm, 2003). As raias, assim como os pequenos tubarões, são considerados mesopredadores, os quais têm a função de conectar os diversos compartimentos de uma cadeia alimentar local (Heithaus *et al.*, 2013). Diante desse panorama, a compreensão sobre a estrutura da população (*e.g.* sexo, idade, tamanho) capturada e aspectos reprodutivos (*e.g.* época de parto e cópula, fecundidade) são fundamentais para compreensão do papel dos elasmobrânquios em um ecossistema e servirão de subsídios para gestão ambiental e ordenamento pesqueiro (Stevens *et al.*, 2000; Dulvy *et al.*, 2014).

Na Baía de Todos os Santos (BTS), costa Nordeste do Brasil, a pesca é considerada de pequena escala, de acordo com a classificação de Dias-Neto & Dornelles (1996). Nos registros pretéritos oficiais de descarregamento pesqueiro há mensurações de 20.035 t anuais (± 5.961 t), dos quais 936,9 t (4,7%) são de raias (IBAMA, 2008). Dados desses descarregamentos por região da BTS são escassos, porém, há informações de que na região nordeste da BTS as raias representam o principal recurso descarregado (Soares *et al.*, 2009; 2011). Em contraste com a importância ecológica e econômica desse recurso pesqueiro, as informações de captura, para fins estatísticos, são agrupadas na categoria raias, sem o conhecimento da

composição por espécies e consequentemente de suas respectivas dinâmicas populacionais (IBAMA, 2008; Soares *et al.*, 2009; 2011).

A raia *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) apresenta ampla distribuição, desde a região sudeste (Paraná) do Brasil ao Golfo do México (Figueiredo, 1977; Menni & Lessa, 1998; Rosa & Furtado, 2004). Ela é capturada frequentemente pela frota artesanal costeira da região nordeste do Brasil (Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, 2011). No presente estudo, é a espécie de raias com maior descarregamento (Presente estudo, Introdução).

Devido à indisponibilidade de informações sobre essa espécie, ela foi classificada na lista vermelha de espécies ameaçadas como “Dados Insuficientes” pela IUCN (2014). Registro sobre a distribuição geográfica (Thorson, 1983; Grijalba - Bendeck *et al.*, 2007) e aspectos reprodutivos (Menni & Lessa, 1998; Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, 2011; Grijalba - Bendeck *et al.*, 2012; Palmeira, 2012; Tagliafico *et al.*, 2013) são disponíveis na literatura. Há, também, informações sobre a utilização de regiões costeiras como área de berçário (Furtado-Neto & Pinto, 2002; Sampaio *et al.*, 2002; Yokota & Lessa, 2006; 2007). No entanto, na BTS não existiam conhecimentos sobre os aspectos acima referidos.

O presente trabalho objetiva descrever (1) a estrutura populacional (proporção em classe de tamanho, sexual, e de jovens e adultos); (2) a variação espaço-temporal na estrutura populacional; e (3) a biologia reprodutiva (maturidade, época de cópula, gestação e parto, e fecundidade) de *Dasyatis guttata* capturada pela frota artesanal da Baía de Todos os Santos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e coleta das amostras

Foram acompanhados descarregamentos de raias nas comunidades de São Francisco do Conde (12° 37' 45" S - 38° 40' 50" O) e na Ilha de Bom Jesus dos Passos (12° 45' 39" S - 38° 38' 28" O), capturadas pela frota artesanal. As amostragens ocorreram durante um período de sete dias consecutivos, por mês em cada localidade, entre janeiro de 2012 e janeiro de 2013. A captura foi realizada por meio de dois petrechos principais, a saber: arraieira (n = número de descarregamentos acompanhados; n=77) e grozeira (n=228) e três suplementares (boia - n=26; linxeiro - n=3; rede de arrasto - n=1).

De cada descarregamento foi registrado o nome do pescueiro, o qual foi, posteriormente, localizado em cartas náuticas, por pescadores que atuam na área há mais de 20 anos. Os pesqueiros foram agrupados em quatro áreas categorizadas de acordo com as características oceanográficas e fisiográficas (Cirano & Lessa, 2007) (Fig.1). Particularidades de cada área estão detalhadas na Tabela 1.

Coleta de dados

As espécies foram identificadas com auxílio de manuais (Figueiredo, 1977; Gomes *et al.*, 2000; Santos & Carvalho, 2004; Gomes *et al.*, 2010). Dos exemplares, foi discriminado o sexo, mensurado a largura do disco (*LD*) em centímetros, com auxílio de uma trena e a massa total (*MT*) em gramas, com auxílio de dinamômetro, com precisão de 0,1 cm. Dos exemplares machos, a consistência do pterigopódio (clásper) esquerdo foi avaliada em rígida, semi-flexível ou flexível (Clark & Von Schmidt, 1965; Snelson *et al.*, 1988). A massa das gônadas (testículo e ovário) e fígado foi mensurada com balança com precisão de 0,01g.

Classificaram-se a fase do ciclo de vida dos exemplares, por meio de critérios macroscópicos (Wourms & Demski, 1993; Snelson *et al.*, 1988). Os exemplares foram classificados em: embrião (Fig.2), neonato, juvenil – imaturo (A), em maturação (B) e adulto (C)) (Tab.2). Exemplares considerados como embriões a termo foram obtidos da cavidade uterina da fêmea, e apresentaram resquício de vitelo interno (Fig.2). Os neonatos considerados eram exemplares com tamanho próximo ao nascimento, entre 12 e 19 cm de *LD* (Gianeti, 2011), e que também apresentaram essa característica.

Os exemplares apresentando gônadas ou fígado danificados, pela sua retirada, não foram pesados, no entanto, quando possível, classificado quanto à fase do ciclo de vida.

Análises dos dados

Distribuição da frequência de tamanho

A distribuição de largura de disco (*LD*) dos exemplares foi realizada para machos e fêmeas, mensalmente. Teste Kolmogorov–Smirnov foi aplicado a fim de verificar diferenças significativas nas distribuições de *LD* de ambos os

sexos. Diferença significativa das medianas de *LD* entre machos e fêmeas, meses e áreas foi testada com a aplicação do teste Kruskal-Wallis One -Way (Zar, 2009). Teste a posteriori de Dunn's foi aplicado quando houve diferença entre essas variáveis. No presente estudo, considerou-se $\alpha = 0,05$ (Zar, 2009).

Análise espacial (áreas 1 a 4) foi realizada somente para exemplares capturados pela grozeira, por ser o único petrecho utilizado nas quatro áreas.

Razão sexual e de jovens e adultos

A proporção de machos e fêmeas, e de jovens e adultos para a amostra total e entre meses consecutivos foi testada com o teste de qui-quadrado (Zar, 2009), a fim de verificar a significância de desvios de razão 1:1 entre essas variáveis.

Maturidade reprodutiva

Foi calculada a proporção de exemplares nos diferentes estádios de maturidade (A, B ou C), mensalmente. O comprimento mediano de primeira maturação reprodutiva, tamanho no qual 50% dos indivíduos estão maduros (L_{50}), de machos e fêmeas, e o comprimento no qual todos os indivíduos estão aptos a reprodução (L_{100}) foram estimados com dados de proporções de estádios de maturidade por *LD* (cm), através do ajuste de uma curva logística (Vazzoler, 1996).

Ciclo reprodutivo

O período reprodutivo de machos e fêmeas foi detectado através das frequências médias mensais no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013: (I) de cada estágio de maturidade; (II) da relação gonadossomática (**RGS**), obtida pela equação $\text{RGS} = \text{MG} \times 100 / \text{MT}$, sendo que, **MG** é a massa da gônada em gramas e **MT**, a massa total dos exemplares examinados; (III) e da relação hepatossomática (**RHS**), calculado pela expressão $\text{RHS} = \text{MFig} \times 100 / \text{MT}$, sendo que, **MFig** é a massa do fígado em gramas.

Diferença significativa das medianas mensais da RGS e RHS foi testada com a aplicação do teste Kruskal-Wallis One-Way (Zar, 2009). Teste a posteriori de Dunn's foi aplicado quando houve diferença entre essas variáveis.

A frequência de ocorrência de fêmeas grávidas e de embriões foi registrada mensalmente. Dos embriões, registrou-se o sexo e a *LD*, cm. Teste de qui-quadrado (Zar, 2009) foi aplicado para verificar a significância de

desvios de razão 1:1 de embriões machos e fêmeas. Comparações dos valores das médias de *LD* dos embriões foram realizadas mensalmente.

Além dessas análises, o diâmetro dos maiores folículos vitelogênicos foi mensurado (mm), mensalmente. Aplicou-se o teste Kruskal-Wallis One-Way (Zar, 2009), para testar a diferença dos valores medianos mensais.

Fecundidade

A fecundidade uterina foi obtida pela contagem de embriões presentes nos úteros das fêmeas grávidas. Visando verificar a relação da fecundidade em função do tamanho das fêmeas, foi analisada a variação do número de embriões por *LD* das fêmeas. A fecundidade ovariana foi obtida pelo número de ovócitos vitelogênicos nos ovários das fêmeas maduras.

RESULTADOS

Distribuição da frequência de tamanho

O total de 1154 exemplares de *D. guttata* foi capturado, e que apresentaram *LD* entre 16,5 e 105 cm (média $\pm$ dp.; $53,7 \pm 13,8$). A *LD* das fêmeas se situou entre 31,0 e 105,0 cm ($59,0 \pm 15,5$) e dos machos entre 16,5 e 78,0 cm ($46,3 \pm 5,2$). Exemplares com *LD* entre 43,5 - 52,5 cm foram os mais frequentes (Fig.3). Houve diferença significativa na frequência de distribuição de *LD* entre machos e fêmeas (Kolmogorov–Smirnov, $P=0,03$).

Na Figura 4 foi representada a distribuição dos exemplares por classe de *LD* nos 13 meses. Não houve efeito da época do ano na *LD* de machos (KW, $H=11,6$; $gl=12$; $P=0,47$) e fêmeas (KW, $H=13,3$; $gl=12$; $P=0,34$). A maior fêmea (*LD*=105 cm) ocorreu em dezembro e o maior macho (*LD*=78 cm) em fevereiro. Os menores exemplares foram capturados em abril (*LD*=16,5 cm) e em março (*LD*=31 cm), os quais corresponderam a exemplares machos.

Com relação à distribuição espacial do tamanho dos exemplares, pode-se evidenciar que, em todas as áreas, a captura incidiu principalmente sobre exemplares com *LD* entre 43,5-52,5 cm, fato mais evidentes nas áreas 1 (72%) e 2 (43%). Observou-se um aumento na captura de classes com *LD* superiores nas áreas A3 e A4, devido à captura de fêmeas de tamanho maior (Fig.5).

Os valores médios de *LD* para machos não foram homogênea nas quatro áreas ($H=18,9$; $gl=3$; $P<0,001$), diferindo entre a A1 e as áreas A2 e A4 ($P<0,05$). Tal fato, também foi observado para a *LD* média das fêmeas

($H=94,8$; $gl=3$; $P<0,001$), havendo a formação de um grupo heterogêneo na A1 e homogêneo entre as áreas A2, A3 e A4, as quais apresentaram *LD* maiores ($P>0,05$) (Fig.5).

Razão sexual e de jovens e adultos

Dos 1154 exemplares, 672 eram fêmeas e 482 machos (proporção de 1:0,71), valores estatisticamente diferentes ($\chi^2=15,4$; $gl=1$; $P<0,001$). A proporção de fêmeas foi maior em todos os meses, exceto nos meses de setembro e outubro. Houve diferença significativa na proporção de machos e fêmeas, entre abril e maio ($\chi^2=3,4$; $gl=1$; $P<0,001$), e outubro e novembro ($\chi^2=4,11$, $gl=1$, $P=0,04$) (Fig.5). Entre os meses de janeiro e março de 2012, a proporção de fêmeas aproxima-se do dobro da proporção de machos (Fig.6).

O total de 771 (66,8% da amostra total) exemplares foi classificado quanto à fase do ciclo de vida (juvenil e adulta). Não houve diferença significativa ($\chi^2=0,12$; $gl=1$; $P=0,72$) nessa proporção (1 Jovem: 0,89 Adulto) (Fig.7). A proporção de jovens foi superior à de adultos ao longo do ano, exceto no mês de fevereiro ($\chi^2 = 4,2$; $gl=1$, $P=0,03$), quando a porcentagem de adultos foi duas vezes superior à de jovens (Fig.7).

Houve uma ocupação espacial diferenciada dos exemplares machos e fêmeas, e de jovens e adultos (Fig.8). Na área 1, houve maior proporção de jovens e proporção similar de machos e fêmeas. Nas demais áreas houve maior captura de exemplares adultos e fêmeas, com um valor crescente da área 2 para 4 (Fig.8).

Maturidade reprodutiva

Por meio de ajuste de curva logística aos dados de adultos e *LD*, foi estimado para machos, $L_{50}= 41,9$ cm *LD* e $L_{100} = 54,0$ cm *LD* (Fig.9a) e para as fêmeas, $L_{50} = 60,4$ cm *LD* e $L_{100} = 70,0$ cm *LD* (Fig.9b).

Ciclo reprodutivo

Considerando ambos os sexos, houve maior frequência de jovens (B) longo do ano, exceto em fevereiro (Fig.8). Nos meses de dezembro, setembro, fevereiro e abril a proporção de adultos foi maior para machos, e em fevereiro e novembro, para fêmeas. Exemplares imaturos (A) foram registrados em abril e novembro (Fig.10).

A RGS apresentou heterogeneidade no período para ambos os sexos. Para as fêmeas (KW, $H=26,93$; $gl=11$; $P=0,005$) foram encontradas diferenças significativas nos valores entre agosto e os meses de abril e março ($P<0,05$). Nos machos (KW, $H=29,93$; $gl=11$; $P=0,002$), foram encontradas entre o mês de fevereiro e abril, maio e dezembro ($P<0,05$). Os maiores valores medianos ocorreram em fevereiro, agosto e setembro para machos e, em fevereiro, março, setembro e outubro (Fig.11A e 11B).

A RHS não apresentou diferença significativa para tanto para os sexos grupados (KW, $P>0,05$) quanto para fêmeas (KW, $H=8,09$; $gl=11$; $P=0,77$) e machos (KW, $H=8,28$; $gl=11$; $P=0,68$). Os maiores valores medianos ocorreram em fevereiro, março e junho para machos e, em setembro e janeiro para as fêmeas (Fig.11C E 11D).

Fêmeas grávidas (com presença de “leite uterino”, embriões ou vestígios de embriões não formados) foram registradas em todos os meses, com maior frequência em fevereiro, março de 2012 e janeiro de 2013 (Fig.12). Dentre as fêmeas grávidas, 39,8% carregavam embriões. Dezenove embriões foram abortados a bordo, impossibilitando a identificação da fêmea.

A razão sexual dos embriões foi 1 Fêmea: 0,86 Machos, sem diferença significativa ($\chi^2=0,13$; $gl=1$; $P=0,71$). Embriões com maior tamanho médio de *LD* foram registrados em março e dezembro (Fig.13), e embriões a termo foram registrados em março, maio e dezembro, com *LD* entre 146 mm a 190 mm, sendo o maior em maio.

As maiores médias dos folículos vitelogênicos ocorreram em agosto e fevereiro e março, respectivamente. Não houve diferenças significativas nos valores medianos desses folículos registrados mensalmente ($P>0,05$).

Fecundidade

A fecundidade uterina média foi de $3,59\pm 2,14$ DP embriões, com número máximo de oito em fevereiro. Houve uma tendência ao aumento da fecundidade uterina com o aumento das classes de tamanho das fêmeas, principalmente em exemplares com *LD* superior a 86,5 cm (Fig.14).

A fecundidade ovariana média foi de $2,76\pm 2,27$ ovócitos vitelogênicos por fêmea. A maior média ocorreu em novembro, com $3,47\pm 2,8$ ovócitos, resultado similar à fecundidade uterina.

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo fornecem pela primeira vez informações sobre a estrutura populacional e dados reprodutivos de *Dasyatis guttata* capturada na Baía de Todos os Santos. Essas informações podem ser utilizadas em modelagens ecológicas e no ordenamento pesqueiro local.

A captura incidiu, principalmente, sobre exemplares da classe de LD de 43,5 a 52,5 cm, possivelmente por ser o tamanho mais vulnerável aos petrechos acompanhados. Em águas rasas costeiras de Caiçara do Norte (RN), região Nordeste do Brasil, foi capturada maior proporção de exemplares de menor tamanho (12,7–19,0 cm de LD), por meio de arrasto de praia (Gianeti, 2011). As redes de emalhe e de arrasto são consideradas petrechos menos seletivos e tendem a capturar, com maior frequência, exemplares pequenos (Silva *et al.*, 2007, Estalles *et al.*, 2011). Além disso, os elasmobrânquios, de modo geral, utilizam áreas rasas e costeiras como área de berçário (Heupel *et al.*, 2007; Yokota & Lessa 2007; Cerutti-Pereyra *et al.*, 2014).

Contrastando com os resultados apresentados por Yokota e Lessa (2006; 2007) e Gianeti (2011), não houve captura expressiva de exemplares com $LD < 31$ cm pelos principais petrechos acompanhados neste estudo (arraieira e grozeira), possivelmente devido à (I) falta de atratividade pelo tamanho do anzol ou da isca (White & Dharmadi, 2007) e (II) não ingestão de Teleostei por exemplares dessa classe de tamanho (Gianeti, 2011), no caso da grozeira, e (III) alocação dos petrechos em profundidades superiores no presente trabalho. A captura de exemplares maiores em profundidades superiores já foi citada em outros trabalhos (Snelson *et al.*, 1989; Silva *et al.*, 2007).

Baseado nos dados de LD dos exemplares (16,5 a 105 cm) pode-se apontar que *D. guttata* de pequeno e grande porte utilizaram a BTS, no período de estudo. A captura de um exemplar neonato (16,5 cm LD) combinada com a presença de fêmeas em estágio avançado de gravidez, além do relato dos pescadores locais de ocorrência de neonatos ao longo de todo o ano, permite uma consideração sobre o uso da BTS de exemplares nessa fase do ciclo de vida.

As proporções espaciais diferentes de exemplares machos e fêmeas, e de jovens e adultos pode denotar uso diferenciado durante o ciclo de vida dessa espécie. Na área 1 (noroeste BTS), local raso, com grande extensão de manguezal e aporte continental (Cirano & Lessa, 2007), houve maior proporção de jovens, e a proporção de machos e fêmeas é similar. Em locais com características semelhantes, costeiras, de pouca profundidade e presença de manguezal, a proporção sexual de elasmobrânquios não difere estatisticamente (Ismen, 2003; Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, 2011). Tais áreas são consideradas como áreas de berçário. Segundo vários autores, áreas estuarinas e lagunares provêm alimento e proteção contra predadores durante o parto e nos primeiros estágios de vida (Duncan & Holland, 2006; Guttridge *et al.*, 2013). Além disso, a mobilização de fêmeas grávidas de *D. guttata* para áreas de baixa salinidade, como a área 1, foi citada por Thorson (1983).

Reforçando os argumentos acima apresentados, há informações de que a proporção sexual de embriões de dasiatídeos não difira de 1:1, tanto entre os nascidos em cativeiro (Henningsen, 2000), como na natureza (Ebert & Cowley, 2008; Gianeti, 2011; Ramirez-Mosqueda *et al.*, 2012; Grijalba – Bendeck *et al.*, 2012). Com base nesses fatos, sugere-se que a área 1 seja a principal área da atividade de parto de *D. guttata* e os neonatos e jovens permaneçam nessa área durante as primeiras semanas, meses ou anos, antes de atingir a maturidade.

A presença de exemplares maiores e adultos, e na maioria fêmeas, em áreas mais profundas e heterogêneas (e.g. áreas 2, 3 e 4), pode estar relacionada a diversos fatores, tais como: (I) diferença de seleção de habitat por classe de tamanho (e.g. profundidade) (Ebert & Cowley, 2008; Wearmouth & Sims, 2009; Jacoby *et al.*, 2011; Grijalba - Bendeck *et al.*, 2012); (II) diferenças de recursos alimentares disponíveis, haja vista a variação da dieta por classe de tamanho (Gianeti, 2011; Presente tese, Capítulo 4); e (III) menor susceptibilidade das fêmeas à predação, devido ao maior incremento de *LD* nos primeiros anos de vida das fêmeas em relação aos machos (Gianeti, 2011, Presente tese, Capítulo 3). Segregação sexual para adultos de *D. guttata* na costa Maranhense foi registrada por Menni & Lessa (1998) e por Thorson (1983) no Caribe.

As fêmeas de *D. guttata* apresentaram valores superiores de *LD* e da estimativa de maturidade reprodutiva do que os machos, em concordância com estudos realizados em outras áreas (Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, 2011; Grijalba – Bendeck *et al.*, 2012). Há indicações de que seja uma característica dos elasmobrânquios, principalmente de espécies vivíparas, tais como *Dasyatis say* (Snelson *et al.*, 1988 ; 1989), *Dasyatis centroura* (Capapé, 1993), *Dasyatis marianae* (Yokota & Lessa, 2007), *Dasyatis zugei* (White & Dharmadi, 2007), *Dasyatis dipterura* (Smith *et al.* 2007), *Dasyatis chrysonota* (Ebert & Cowley, 2008) e *Dasyatis lata* (Dale & Roland, 2012). O maior tamanho atingido pelas fêmeas, principalmente, em espécies vivíparas, está relacionado à maior necessidade de espaço abdominal para o armazenamento de embriões, além de um fígado maior para armazenar lipídeos, que será alocada durante a atividade reprodutiva (Wourms & Demiski, 1993).

O tamanho da primeira maturidade reprodutiva, para fêmeas e machos, foi de 60,4 cm e 41,9 cm de *LD*, o que corresponde a 57,5% e 53,7 % da máxima *LD* amostrada, respectivamente. Variações regionais dos valores da primeira maturidade da espécie são evidências da plasticidade desse aspecto: Thorson (1983; Fêmeas: 55 cm; Machos: 45 cm) e Tagliafico *et al.*, (2013; 56 cm para ambos os sexos) na Venezuela; Yokota & Lessa (2007; Fêmea: 50-55 cm; Macho: 42 – 46 cm) e Gianeti (2011; Fêmea: 51,3 cm; Macho: 43,5 cm), em região mais ao norte do Brasil. Resultados similares ao do presente estudo foi estimado para *D. guttata* no Pará (Palmeira, 2012; Fêmea: 60,0 cm; Macho: 47,0 cm) .

Em relação ao ciclo reprodutivo, há indicações de que, na BTS a cópula, ocorra em seguida do parto, pois fêmeas em estágio avançado de gestação apresentaram também ovócitos vitelogênicos. A vitelogênese simultânea à gestação é conhecida para essa espécie (Thorson, 1983; Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, 2011; Palmeira, 2012). Embora, estudos com informações de cópula de *D. guttata* não tenham sido encontrados, Chapman *et al.* (2003) observaram a cópula de *D. americana* nas Bahamas minutos após o parto, todavia, não foi confirmado a ocorrência da fertilização. Maruska *et al.* (1996) descreveram cópulas de *Dasyatis sabina* na costa da Flórida, entre outubro e março, seguida do desenvolvimento ovocitário e fertilização em março e abril.

Uma época de cópula estendida, entre 4 a 5 meses foi sugerida para *D. guttata* (Grijalba – Bendeck *et al.*, 2012).

Sugere-se que o ciclo reprodutivo (cópula e parto) ocorra ao longo do ano, com um primeiro pico de cópula entre os meses de janeiro e março (final do verão austral), e entre os meses de agosto a outubro (início da primavera) apontando a relação entre essa atividade e a estação seca. Tal argumento é baseado no aumento (I) da proporção de fêmeas grávidas, (II) do número de embriões, (III) da média de *LD* dos embriões, principalmente entre janeiro e março, e (IV) presença dos maiores folículos vitelogênicos, (V) aumento da média da relação gonadossomática, e (VI) da média da relação hepatossomática, nesses dois períodos. Registros dos menores exemplares para ambos os sexos no início do outono (abril), também, reforçaram essa suposição. Yokota & Lessa (2007) e Gianeti (2011) indicaram ser a estação seca, entre agosto e março, a época principal de parto e cópula para *D. guttata* do Rio Grande do Norte.

Deste modo, há fortes evidências de que *D. guttata* apresente na BTS dois picos reprodutivos anual de geração de descendentes. Resultado que está de acordo com Yokota & Lessa (2007) e Palmeira (2012), em regiões mais ao norte da costa do Brasil em relação à área de estudo. No entanto, um pico reprodutivo foi descrito para *D. guttata* em Caiçara do Norte (Gianeti, 2011) na estação seca. Ciclo anual foi registrado para várias espécies de *Dasyatis*: *D. americana* (Henningesen, 2000), *D. chrysonota* (Ebert & Cowley, 2009); *D. say* (Snelson *et al.*, 1989); *D. sabina* (Snelson *et al.*, 1988). No entanto, há também relatos de ciclo bianual para *D. marmorata* (Valadou *et al.*, 2006) e proposição de trianual para *D. marmorata* (Capapé & Zaouali, 1995).

A sazonalidade reprodutiva é comum entre os elasmobrânquios, e é relacionada às condições adequadas para nascimento e sobrevivência dos descendentes, principalmente em ambientes temperados e em altas latitudes (Wourms & Demski, 1993). A BTS, embora, não apresente expressiva variação da temperatura superficial da água, está submetida às variações sazonais de precipitação (INMET, 2014), acarretando variação de incidência e penetração de luz solar. Esse ciclo ambiental age como sincronizador dos ciclos internos (Underwood, 1989), no caso o reprodutivo. Inúmeros trabalhos investigaram o controle do fotoperíodo e regulação de hormônios e sua influencia no ciclo

reprodutivo em peixes cartilaginosos (Heupel *et al.*, 1999; Mull *et al.*, 2008, 2010; Nosal *et al.*, 2014). Por exemplo, espécies estudadas em latitudes distintas, como o tubarão *Rhizoprionodon lalandii*, podem apresentar variações em aspectos do ciclo reprodutivo, como a estação sazonal do parto, e tempo de gestação (Macedo *et al.*, 2012).

A amplitude do tempo de gestação conhecido das espécies cogenéricas varia entre 3 meses (*D. marmorata*; Capapé & Zaouali, 1995) e 11 meses (*D. say*; Snelson *et al.*, 1989). White & Dharmadi, (2007) argumentaram que as Dasyatidae da região subtropical têm gestações mais curtas que as de região temperada; e Wallman & Bennett (2006) associaram o tempo de desenvolvimento do embrião ao aumento da temperatura da água. Esse padrão foi demonstrado por Mahon *et al.*, (2004) para *Aetobatus narinari*, que apresentou tempo mais longo em baixas temperaturas (11 – 12,5 meses; 19,8 – 29,4°C) em comparação com temperaturas mais elevadas (6,0 – 6,2 meses; 28,1 – 30,1°C).

Neste estudo, provavelmente, a gestação de *D. guttata*, seja entre quatro e cinco meses. No primeiro pico reprodutivo a fecundação, deve ocorrer entre janeiro e fevereiro e o parto em meados de abril e maio. No segundo pico reprodutivo, a fecundação ocorre entre agosto e outubro e parto entre janeiro a março, corroborando com os resultados de Gianeti (2011). Período um pouco mais longo, entre cinco a seis meses, foi sugerido por Yokota & Lessa (2007) em região adjacente, localizado mais ao norte da costa do Brasil. Estudos interanuais podem esclarecer com maior acurácia esse período.

Com relação à fecundidade, a baixa fecundidade uterina de *D. guttata* da BTS (3,59 embriões/fêmea $\pm$ 2,14) é similar ao resultado obtido por Gianeti (2011) na costa de Pernambuco e por Palmeira (2012) na Paraíba. Esse é o padrão dos dasiatídeos, com registros médios de dois embriões por fêmea (Villavicencio-Garayzar *et al.*, 1994; Snelson, *et al.*, 1988; Raje, 2003; Smith *et al.*, 2007). Alguns autores (*e.g.* White *et al.*, 2001) relacionaram o número de embriões na amostra a possíveis perdas *in situ* devido ao aborto provocado pelo estresse da captura. Embora, neste estudo, tenham sido registrados casos de aborto, os valores de fecundidade ovariana (2,76 ovócitos/fêmea $\pm$ 2,27) foram similares aos dos embriões, reforçando os resultados obtidos.

À luz dos resultados obtidos, evidenciou-se que a profundidade, tipo de fundo e insolação são os principais fatores abióticos estruturadores da dinâmica de população dessa espécie na BTS. Essa população utiliza a BTS como área de desenvolvimento e parto. Ainda, sugere-se que a área a noroeste (área 1) da BTS, seja uma área importante de berçário. No entanto, acompanhamentos de descarregamentos de *Dasyatis guttata* capturadas por petrechos menos seletivos, como redes de arrasto, podem elucidar melhor essa questão. Um fator positivo para essa espécie é a entrada contínua de descentes nesse estoque, com dois picos reprodutivos na época seca. Contudo, esse estudo evidenciou a elevada vulnerabilidade dessa espécie frente à baixa fecundidade e a elevada proporção de capturas incidindo sobre fêmeas grávidas e jovens.

Ressalta-se a importância da obtenção de dados biológicos de *Dasyatis guttata*, em longo termo, para geração do conhecimento da dinâmica populacional dessa espécie. Tais informações são básicas para a ordenação da pesca local, haja vista a função econômica e biológica desse recurso. Além disso, deve ser dada atenção especial à área noroeste da BTS, pois foi detectado que ela serve como local de recrutamento de exemplares juvenis, responsáveis pela manutenção do estoque parental.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BECK, M. E.; HECK JR., K. L.; ABLE, K. W.; CHILDERS, D. L.; EGGLESTON, D. B.; GILLANDERS, B. M.; HALPERN, B.; HAYS, C. G.; HOSHINO, K.; MINELLO, T. J.; ORTH, R. J.; SHERIDAN, P. F.; MICHAEL P. WEINSTEIN, M. P. The Identification, Conservation, and Management of Estuarine and Marine Nurseries for Fish and Invertebrates. **BioScience**, 51(8):633-641, 2001.
- CAMHI, M.; FOWLER, S.; MUSICK, J.; BRAUTIGAM, A.; FORDHAM, S. Sharks and their relatives: ecology and conservation. Occas. Pap. **IUCN Species Survival Commision**, 20p, 1998
- CAPAPÉ, C. New data on the reproductive biology of the thorny stingray, *Dasyatis centroura* (Pisces: Dasyatidae) from off the Tunisian coasts. **Environ. Biol. Fish.** 38: 73-80, 1993.
- CAPAPÉ, C.; ZAOUALI, J. Reproductive biology of the marbled stingray, *Dasyatis marmorata* (Steindachner, 1892) (Pisces: Dasyatidae) in Tunisian waters (Central Mediterranean). **J. Aquaric. Aquat. Sci.**, 7: 108-119. 1995
- CERUTTI-PEREYRA, F.; THUMS, M.; AUSTIN, C.M.; BRADSHAW, C.J.A.; STEVENS, J.D.; BABCOCK, R.C.; PILLANS, R.D.; MEEKAN, M.G. Restricted movements of juvenile rays in the lagoon of Ningaloo Reef, Western Australia – evidence for the existence of a nursery. **Environ. Biol. Fish.** 97 (4): 371-383. 2014.
- CHAPMAN, D. D.; ABERCROMBIE, D. L.; DOUADY, C. J.; PIKITCH, E. K.; STANHOPE, M. J.; SHIVJI, M. S. A streamlined, bi-organelle, multiplex PCR approach to species identification: Application to global conservation and trade monitoring of the great white shark, *Carcharodon carcharias*. **Conservat. Gen.** 4, 415-425. 2003.
- CIRANO, M.; LESSA, G. C. Oceanographic characteristics of the Baía de Todos os Santos. Brasil. **Rev. Bras. Geofís.** 25, 363-387. 2007.
- CLARK, E.; SCHMIDT, K. V. Sharks of the sharks of the Central Gulf Coast of Florida. **Bull. Mar. Sci.** 15(1) 13-83, 1965.
- DALE, J.J.; HOLLAND, K. Age, growth and maturity of the brown stingray (*Dasyatis lata*) around Oahu, Hawai'i. **Mar. Fresh. Res.** 63, 475–484. 2012.
- DIAS NETO, J.; DORNELLES, L. C. C. **Diagnóstico da pesca marítima do Brasil**. Brasília, IBAMA, 165 p. (Coleção Meio Ambiente. Serie Estudos Pesca, 20). 1996.
- DULVY, N.K.; FOWLER, S.L.; MUSICK, J.A., CAVANAGH, R.D.; KYNE, P.M.; HARRISON, L.R.; CARLSON, J.K., DAVIDSON, L.N.K.; FORDHAM, S.V.; FRANCIS, M.P.; POLLOCK, C.M.; SIMPFENDORFER, C.A., BURGESS, G.H.; CARPENTER, K.E.; COMPAGNO, L.J.V.; EBERT, D.A., GIBSON, C.; HEUPEL, M.R.; LIVINGSTONE, S.R.; SANCANGCO, J.C., STEVENS, J.D.; VALENTI, S.; WHITE W.T.. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. **eLIFE** 3. doi:10.7554/eLife.00590. 2013.
- DUNCAN, K. M.; HOLLAND, K. N. Habitat use, growth rates and dispersal patterns of juvenile scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) in a nursery habitat. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 312: 211-221, 2006.
- EBERT, D. A.; COWLEY, P. D. Reproduction and embryonic development of the blue stingray, *Dasyatis chrysonota*, in southern African waters. **J. Mar. Biol. Assoc. UK**, 1-7, 2008.

- ESTALLES, M. C.; COLLER, M.N.; PERIER, N. R.; DI GIÁCOMO, E. E. Skates in the demersal trawl fishery of San Matías Gulf: species composition, relative abundance and maturity stages. **Aquat. Living Resour.** 24(2):193-199, doi:10.1051/alr/2011119. 2011.
- FIGUEIREDO, J. L. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, raias e quimeras. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 1-104p. 1977.
- FREITAS, R.H.A.; ROSA, R.S.; WETHERBEE, B.M.; GRUBER, S.H. Population size and survivorship for juvenile lemon sharks (*Negaprion brevirostris*) on their nursery grounds at a marine protected area in Brazil. **Neotrop. Ichthyol.** 7, 205-212, 2009.
- FURTADO-NETO, M. A.; PINTO, L. J. B. Identificação de áreas de berçário da raia *Dasyatis guttata* (Dasyatidae; Elasmobranchii), em poças de maré do litoral do Ceará. In: **Reumos da III Reunião da Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios (SBEEL)**. João Pessoa. p. 40-41, 2002.
- GIANETI, M. D. Reprodução, alimentação, idade e crescimento de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) (Elasmobranchii; Dasyatidae) na região de Caiçara do Norte - RN. 2011. 115 f. Tese (Doutorado em Ciências, área Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- GOMES, U. L.; ROSA, R. S.; GADIG, O. B. F. *Dasyatis marianae* sp.n.: a new species of stingray (Chondrichthyes: Dasyatidae) from the southwestern Atlantic. *Copeia*. v.2000, 2, 510 – 515. 2000.
- GOMES, U. L.; SIGNORINI, C. N.; GADIG, O. B. F.; SANTOS, H. R. S. Guia para identificação de tubarões e raias do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. 234p.
- GRIJALBA-BENDECK, M.; POLO-SILVA, C.; ACERO, A. Uma aproximación a la abundancia de los Batoideos capturados artesanalmente em Santa Marta (Colombia). **Bol. Invest. Mar. Cost.** 36, 251-268, 2007.
- GRIJALBA-BENDECK, M.; POLO-SILVA, C.; ACEVEDO, K.; MORENO, F.; MOJICA, D. Aspectos tróficos y reproductivos de algunos batoideos capturados en Santa Marta, Mar Caribe de Colombia. **Lat. Am. J. Aquat. Res.**, 40(2): 300-315, 2012.
- HEITHAUS, M.R.; VAUDO, J.; KREICKER, S.; LAYMAN, C.A. Apparent resource partitioning and trophic structure of large-bodied predators in a relatively pristine seagrass ecosystem. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 481: 225-237. 2013.
- HENNINGSSEN, A. D. Notes on reproduction in the southern stingray, *Dasyatis americana* (Chondrichthyes: Dasyatidae), in a captive environment. **Copeia**, 2000(3), 826-828. 2000.
- HENNINGSSEN, A. D.; SMALE, M.; GARNER, R.; KINNUNEN, N. Reproduction, embryonic development, and reproductive physiology of elasmobranchs. In: SMITH, M.; D. WARMOLTS; D. THONEY; R. HUETER (Eds): **The Elasmobranch Husbandry Manual: Captive Care of Sharks, Rays and their Relatives**, Ohio Biological Survey, OH, 227-236. 2004.
- HEUPEL, M. R.; CARLSON, J. K.; SIMPFENDORFER, C. A., 2007. Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 337, 287-297.
- HEUPEL, M. R.; WHITTIER, J. M.; BENNETT, M. B. Plasma steroid hormone profiles and reproductive biology of the epaulette shark, *Hemiscyllium ocellatum*. **J. Exp. Zool.** 284: 586-594. 1999.

- IBAMA, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente, *Monitoramento da atividade pesqueira no litoral nordestino – Projeto Estatpesca*. Boletim da Estatística da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil – 2006, Tamandaré, 385 p. 2008
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, Ministério da Agricultura, Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em 03 de janeiro de 2014.
- ISMEN, A., 2003. Age, growth, reproduction and food of common stingray (*Dasyatis pastinaca* L., 1758) in Iskenderun Bay, the eastern Mediterranean. **Fish. Res.** 60: 169–176. 2003.
- JACOBY, D. M. P.; CROFT, D. P.; SIMS, D.W. Social behaviour in sharks and rays: analysis, patterns and implications for conservation. **Fish. Fish.** 13(4), 399 – 417. 2011.
- LESSA, R. T. P.; BARRETO, R. R. P.; QUAGGIO, A. L. C.; VALENCA, L. R.; SILVA, F. M. S.; YOKOTA, L.; GIANETI, M. D. Levantamento das Espécies de Elasmobrânquios capturados por Aparelhos-de-Pesca que atuam no Berçário de Caçara do Norte (RN). **Arq. Ciênc. Mar**, 41, 58-64, 2008.
- MACEDO, M. M.; SOUSA, M. F.; BATISTA, V. S. Latitudinal disparity in the reproductive cycle of sharpnose shark, *Rhizoprionodon lalandii* (Elasmobranchii: Carcharhinidae), in Atlantic waters off South America. **Zool.** 29 (5) 413-419. 2012.
- MAHON, J.; CHUA, F.; Newman, P. 2004. Successful spotted eagle ray (*Aetobatus narinari*) breeding program and details of an assisted birth. Drum and Croaker, Special Edition, No. 2, High. Irreg. J. Pub. Aqua., pp. 104-107.
- MENNI, R. C.; LESSA, R. P. The chondrichthyan community off Maranhão (northeastern Brazil). II Biology of species. **Acta Zool. Lillo.**, 44 (1), 69-89. 1998.
- MULL, C. G.; LOWE, C. G.; YOUNG, K. A. Photoperiod and water temperature regulation of seasonal reproduction in male round stingrays (*Urobatis halleri*). **Comp. Biochem. Physiol.** A 151, 717–725. 2008.
- MULL, C. G.; LOWE, C. G.; YOUNG, K. A. Seasonal reproduction of female round stingrays (*Urobatis halleri*): Steroid hormone profiles and assessing reproductive state. **Gen. Comp. Endocrin.** 166, 379–387. 2010.
- MYERS, R.A.; WORM, B. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. **Nature**, v. 423, p.280-283, 2003
- NOSAL, A. P.; CAILLAT, A.; KISFALUDY, E. K.; ROYER, M. A.; WEGNER, N. C. Aggregation behavior and seasonal philopatry in male and female leopard sharks *Triakis semifasciata* along the open coast of southern California, USA. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 499, 157–175. 2014.
- PALMEIRA, A. R. O. Biologia Reprodutiva da raia *Dasyatis guttata* Bloch & Schneider, 1801 (Myliobatiformes: Dasyatidae) no litoral do Pará. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2012.
- RAJE, S. G., 2003. Some aspects of biology of four species of rays off Mumbai water. **Indian J. Fish.**, 50(1): 89-96. 2003.
- RAMÍREZ-MOSQUEDA, E.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J. C.; MENDOZA-CARRANZA, M. Reproductive parameters of the southern stingray *Dasyatis americana* in southern gulf of Mexico. **Lat. Am. J. Aquat. Res.**, 40(2): 335-344, 2012.
- ROSA, R.S., FURTADO, M. *Dasyatis guttata*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 22 March 2014.

- SAMPAIO, C.L.S.; ANCHIETA, J.; NUNES, C.C. Elasmobrânquios capturados com fins ornamentais em Salvador, Bahia, Brasil. In: **IV REUNIÃO DA SBEEL**, Recife – PE, p.167, 2004.
- SAMPAIO, C.L.S.; ROSA, I.L.; BARROS, A.T. Tubarões e raias capturados para fins ornamentais em salvador, Bahia – Brasil. In: **III REUNIÃO DA SEEL**, João Pessoa – PB, p. 86-87, 2002.
- SILVA, G. B.; BASÍLIO, T. H.; NASCIMENTO, F. C. P.; FONTELES-FILHO, A. A., 2007. Tamanho na primeira maturidade sexual das raias *Dasyatis guttata* e *Dasyatis americana*, no litoral do Estado do Ceará. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, 2007, 40(2): 14 – 18.
- SMITH, W. D.; CAILLIET, G. M.; MELENDEZ, E. M. Maturity and growth characteristics of a commercially exploited stingray, *Dasyatis dipterura*. **Mar. Fresh. Res.**, 58: 54-66, 2007.
- SNELSON, F. F. JR.; WILLIAMS-HOOPER, S. E; SCHMID, T. H. Biology of the bluntnose stingray, *Dasyatis sayi*, in Florida Coastal Lagoons. **Bull. Mar. Sci.** 45(1): 15-25, 1989.
- SNELSON, F. F. JR.; WILLIAMS-HOOPER, S. E; SCHMID, T. H. Reproduction and Ecology of the Atlantic Stingray, *Dasyatis sabina*, in Florida Coastal Lagoons. **Copeia**, 1988 (3), 729-739.
- SOARES, L. S. H.; SALLES, A. C. R.; LOPEZ, J. P.; MUTO, E. Y.; GIANNINI, R. Pesca e Produção Pesqueira. In: HATJE, V., DE ANDRADE, J.B. (Eds.): **Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos**. Salvador, EDUFBA, p. 161-206. 2009.
- SOARES, L.S.H.; LOPEZ, J.P.; MUTO, E.Y.; GIANNINI, R. Capture fishery in the Northern Todos os Santos Bay, Topical Southwestern Atlantic, Brazil. **Braz. J. Oceanogr.** 59(1), 61-74, 2011.
- STEVENS, J.D.; BONFIL, R.; DULVY, N.K.; WALKER, P.A. The effects of fishing on sharks, rays, chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. **ICES J. Mar. Sci.** 57, 476 – 494, 2000.
- TAGLIAFICO, A.; RAGO, N.; RANGEL, M. S. Aspectos biológicos de las rayas *Dasyatis guttata* y *Dasyatis americana* (Myliobatiformes: Dasyatidae) capturadas por la pesquería artesanal de la Isla de Margarita, Venezuela. **Rev. Biol. Mar. Oceanogr.** 48(2): 365-373. 2013.
- THORSON, T. B. Observations on the morphology, ecology and life history of the euryhaline stingray, *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801). **Acta Biol. Venez.**, 11(4), 95-125. 1983.
- TRISTAN L.; GUTTRIDGE, T. L.; VAN DIJK, S.; STAMHUIS, E. J.; KRAUSE, J.; GRUBER, S.H.; BROWN, C.. Social learning in juvenile lemon sharks, *Negaprion brevirostris*. **Anim. Cogn.** 16:55–64. 2013.
- UNDERWOOD, H. The pineal and melatonin: Regulators of circadian function in lower vertebrates. **Experientia**. 45(10), 914-922. 1989.
- VALADOU, B.; BRÊTHES, J.; INEJIH, C. A. O. Observations biologiques sur cinq espèces d'Élasmobranches du Parc national du Banc d'Arguin (Mauritanie). **Cybium**. 30(4): 313-322. 2006.
- VAZZOLER, A. E. A. M. Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. EDUEM., Maringá. 196 p., 1996.
- VILLAVICENCIO-GARAYZAR, C.J.; DOWNTON-HOFFMANN, C.C.; MELENDEZ, C.M. Tamaño y reproducción de *Dasyatis longus* (Pisces: Dasyatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. **Rev. Biol. Trop.**, 42: 375-377. 1994.

- WALLMAN, H. L.; BENNETT, W. A. Effects of parturition and feeding on thermal preference of Atlantic stingray, *Dasyatis sabina* (Lesueur). **Environ. Biol. Fish.** 75:259–267. 2006.
- WEARMOUTH, V. J.; SIMS, D. W. Movement and behaviour patterns of the critically endangered common skate *Dipturus batis* revealed by electronic tagging. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 380, 77-87. 2009.
- WHITE, W. T.; PLATELL, M. E.; POTTER, I. C. Relationship between reproductive biology and age composition and growth in *Urolophus lobatus* (Batoidea: Urolophidae). **Mar. Biol.** 138: 135-147.
- WHITE, W. T.; DHARMADI. Species and size compositions and reproductive biology of rays (Chondrichthyes, Batoidea) caught in target and non-target fisheries in eastern Indonesia. **J. Fish Biol.** 70, 1809–1837. 2007.
- WOURMS, J.P.; DEMSKI, L.S. The reproduction and development of sharks, skates, rays and ratfishes: introduction, history, overview, and future prospects. **Environ. Biol. Fish.**, 38, 7-21. 1993.
- YOKOTA, L.; LESSA, R.P. A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. **Environ. Biol. Fish.** 75, 349-360, 2006.
- YOKOTA, L.; LESSA, R.P. Reproductive biology of three ray species: *Gymnura micrura* (Bloch & Schneider, 1801), *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) and *Dasyatis marianae* Gomes, Rosa & Gadig, 2000, caught by artisanal fisheries in Northeastern Brazil. **Ca. Biol. Mar.** 48, 249-257, 2007.
- ZAR, J.H. Biostatistical Analysis. 5th Edition. Prentice Hall, Inc. New Jersey. 2009. 943p.

Figura 1. A Baía de Todos os Santos, sua localização na costa norte do Brasil, as quatro áreas de pesca (A1 – A4) e Bom Jesus dos Passos (1), local de descarregamento da pesca de *Dasyatis guttata* onde foram obtidos os dados de captura e informações da pesca (pesqueiro e esforço de pesca).

Figura 2. Fotos documentais de aspectos reprodutivos de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos. (A) embrião macho; (B) Embrião a termo fêmea; (C) Útero de *Dasyatis guttata*, contendo embrião e “leite uterino”.

Figura 3. Distribuição dos exemplares por classe de largura de disco (cm) de *Dasyatis guttata* capturados entre janeiro de 2012 e janeiro de 2013 na Baía de Todos os Santos.

Figura 4. Distribuição de classe de largura do disco de *Dasyatis guttata* amostradas por mês entre Janeiro de 2012 e Janeiro de 2013, na Baía de Todos os Santos. Eixo y com escalas diferentes.

Figura 5. Distribuição por classe de comprimento de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos por área. M= Macho. F=Fêmea. N=número de exemplares amostrados. A1= área 1. A2=área 2. A3=área 3. A4=área 4.

Figura 6. Proporção (%) de machos e fêmeas de *Dasyatis guttata* capturados na Baía de Todos os Santos, por mês, entre janeiro de 2012 e janeiro de 2013.

↪ $P < 0,05$

Figura 7. Proporção (%) de exemplares jovens e adultos de *Dasyatis guttata* capturados na Baía de Todos os Santos, por mês, entre janeiro de 2012 e janeiro de 2013. () número de exemplares amostrados. $\curvearrowright P < 0,05$.

Figura 8. Proporção (%) de machos e fêmeas e de jovens e adultos de *Dasyatis guttata* capturados entre Janeiro de 2012 a Janeiro de 2013 na Baía de Todos os Santos, por área. A1= área 1. A2=área 2. A3=área 3. A4=área 4.

★ $P < 0,05$

Figura 9. Curva logística do percentual de adultos de *Dasyatis guttata* por classe de Largura de disco (cm) na Baía de Todos os Santos. (a) macho (n = 339), (b) fêmea (n = 432)

Figura 10. Distribuição dos estádios de maturidade reprodutiva por mês, entre Janeiro de 2012 e Janeiro de 2013, para machos e fêmeas na Baía de Todos os Santos. A=Imaturo; B=Em Maturação; C=Adulto. () número de exemplares amostrados.

Figura 11. Box-plots da Relação gonadosomática (RGS) e hepatossomática (HPS) de fêmeas (A, C) e machos (B, D) de *Dasyatis guttata* entre Fevereiro de 2012 e Janeiro de 2013. Meses de 1 a 12 correspondem de Fevereiro de 2012 a Janeiro de 2013, consecutivamente.

Figura 12. Frequência de fêmeas grávidas de *Dasyatis guttata* entre janeiro de 2012 e janeiro de 2013 na Baía de Todos os Santos

Figura 13. Box-plot da Largura de disco de embriões de *Dasyatis guttata* entre Janeiro de 2012 a Janeiro de 2013 na Baía de Todos os Santos. Meses de 1 a 13 correspondem a janeiro de 2012 a janeiro de 2013, consecutivamente. N=100. Linha contínua é a média.

Figura 14. Número de embriões por classe de largura de disco (LD) das fêmeas de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos. Linha contínua: média, linha pontilhada: Mediana.

Tabela 1. Características das áreas de captura de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos, com base em Cirano & Lessa (2007).

Área de captura	Característica
Área 1	Presença abundante de manguezal, substrato principalmente de lama e areia, e com aporte continental (rio Subaé)
Área 2	Substrato de lama, areia, mosaicos de cascalho, com aporte continental (rio Paraguaçu), locais com profundidade elevada.
Área 3	Presença de manguezal degradado, substrato principalmente de lama e areia e presença de recifes de corais.
Área 4	Substrato principalmente de areia e lama, presença de recifes de corais esparsos, local com maior influência oceânica e com locais mais profundos.

Tabela 2. Classificação da fase do ciclo de vida para machos e fêmeas de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos.

Fase de vida	Macho	Fêmea
Imaturo (A)	cláster pequeno e flexível; testículo não desenvolvido	ovários sem ovócitos aparentes, útero com aspecto filiforme
Em Maturação (B)	cláster e testículos em desenvolvimento, ductos espermáticos iniciando meandramento	ovários apresentam ovócitos claros e visíveis macroscopicamente, glândula nidamentária e útero em processo de alargamento.
Adulto (C)	cláster completamente desenvolvido e rígido, testículos lobulados e bem vascularizados, ductos espermáticos ondulados.	glândula nidamental alargada, ovários com ovócitos amarelos, vitelogênicos, presença de embriões ou "leite uterino"

Capítulo 3 – Idade e crescimento de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.

INTRODUÇÃO

Os elasmobrânquios, em geral, são caracterizados pelo crescimento lento, ciclo de vida longo (>20 anos de idade) e baixa fecundidade (Musick *et al.*, 2000; Stevens *et al.*, 2000). Os peixes, principalmente os pertencentes a esse grupo, são altamente sensíveis ao aumento da mortalidade por pesca, sendo o recrutamento crucial para manutenção do estoque parental (Camhi *et al.*, 1998; Stevens *et al.*, 2000; Dulvy & Forrest, 2010).

A estimativa dos parâmetros de crescimento (e.g. L_{∞} , k) é necessária para estabelecer parâmetros de longevidade, mortalidade, produtividade e dinâmica populacional, informações fundamentais para subsidiar planos de manejo e ordenamento pesqueiro (Holden, 1972; Musick *et al.*, 2000; Simpfendorfer *et al.*, 2011). Tais informações ainda são incipientes, e inexistentes para a maioria das espécies, não permitindo uma efetiva de gestão pesqueira desse recurso. A ausência de gestão pesqueira tem acarretado a diminuição das capturas e colapso de estoques de diversas espécies de elamosbrânquios (Kotas *et al.*, 2005; Monte-Luna *et al.*, 2009; Fernandez-Carvalho *et al.*, 2014). O declínio dessas populações pode ter implicações na estrutura e função do ecossistema marinho, gerando impactos ecológicos e econômicos importantes (Stevens *et al.*, 2000; Myers & Worm, 2003).

As raias Dasyatidae, embora, estejam entre as mais abundantes das áreas costeiras tropicais (Carpenter & Niem, 1999), estão sujeitas à elevada pressão da pesca artesanal (Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, 2011). Além disso, poucos são os estudos de idade e crescimento para as espécies dessa família. Estudos dessa natureza foram realizados com *Dasyatis dipterura* na costa do México (Smith *et al.*, 2007), *Dasyatis pastinaca* na Cilícia (Yeldan *et al.*, 2009), *Neotrygon kuhlii* na Austrália (Pierce & Bennett, 2009) e *Dasyatis fluviorum* da costa leste da Austrália (Pierce & Bennett, 2010). Para *Dasyatis guttata* foi estimada a idade e crescimento de exemplares na costa do Rio Grande do Norte no Brasil (Gianeti, 2011).

Dasyatis guttata é uma raia de médio a grande porte (largura de disco - LD de até 200 cm) (Stehmann *et al.* 1978, Cervigón & Alcalá 1999), que ocorre

no Atlântico Oeste, distribuindo-se da costa do Paraná (sudeste do Brasil) até o Golfo do México (Figueiredo, 1977; IUCN, 2014). Essa espécie atinge a primeira maturação reprodutiva (L50) com cerca de 60 cm e 42 cm de LD, para fêmeas e machos, respectivamente (Presente tese, Capítulo 2). As fêmeas produzem entre 2-10 embriões que nascem com 12 a 17 cm de LD (Gianeti, 2011). Devido à indisponibilidade de informações sobre essa espécie, ela é classificada na lista vermelha de espécies ameaçadas como “Dados Insuficientes” pela IUCN (2014).

Essa espécie é capturada frequentemente pela frota artesanal costeira da região Nordeste do Brasil (Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, 2011) e representa um dos recursos pesqueiros com o maior descarregamento na Baía de Todos os Santos (BTS) (Soares *et al.*, 2009; 2011; Presente tese, Introdução). Dados de crescimento dessa espécie foram estimados para a costa do Rio Grande do Norte, região mais ao norte da costa brasileira. Entretanto, não há informações sobre esse aspecto para o estoque de *D. guttata* na Baía de Todos os Santos, fato que limita o estabelecimento de sólidas medidas de conservação. Limitação amparada na comumente variação latitudinal nos parâmetros de crescimento nas espécies de dasiatídeos (Driggers *et al.*, 2004; Ainsley *et al.*, 2014).

Diante desse panorama, o estudo da idade e do crescimento da *D. guttata* na BTS foi conduzido, com base nos seguintes objetivos específicos: (I) descrever o incremento em peso em relação à largura do disco; (II) estimar a periodicidade e época de formação dos anéis etários; (III) estimar os parâmetros de crescimento (L_{∞} , k e idade de maturação reprodutiva); e (IV) a curva de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem dos exemplares

Os exemplares de *Dasyatis guttata* foram obtidos de descarregamentos pesqueiros da pesca artesanal das comunidades de São Francisco do Conde (12° 37' 45" S - 38° 40' 50" O) e na Ilha de Bom Jesus dos Passos (12° 45' 39" S - 38° 38' 28" O), durante as visitas mensais entre janeiro de 2012 e janeiro de 2013.

A Largura do disco (*LD* em centímetros, precisão 0,1), massa total (*MT* em quilograma) e do sexo foram obtidos apenas dos exemplares descarregados inteiros (ou seja, aqueles não eviscerados). Desse conjunto de exemplares, para a remoção e obtenção das vértebras, foi feita uma seleção para incluir exemplares de todos os tamanhos, para ambos os sexos, disponibilizados pelos pescadores. Um segmento de cinco vértebras foi retirado da região escapular dos exemplares selecionados; essas vértebras, posteriormente, foram acondicionadas e armazenadas em solução fixadora de formol a 4% neutralizada, e após 72 horas conservadas em álcool 70%.

Preparação das vértebras

As vértebras foram limpas e então, removeu-se o arco hemal e o excesso de tecido, conforme recomendado por Cailliet & Goldman (2004). Um *centrum* vertebral de cada indivíduo foi fixado em lâminas de microscopia com resina adesiva (Fig.1). Secções sagitais (0,3-0,4mm) de cada *centrum* foram obtidas com serra metalográfica de baixa velocidade (Isomet BuehlerTM) e preservadas em solução de álcool isopropílico (70%).

Leitura dos anéis etários

Foram realizadas três leituras independentes dos anéis etários das secções sagitais, com luz incidente em estereomicroscópio e analisador de imagem *Discovery V12* Carl Zeiss, modelo AxioVision 4.8.2 com aumento de 20x. As leituras foram realizadas pelo mesmo leitor, tendo a primeira a função de padronizar a leitura dos anéis, sendo posteriormente descartada. Após as outras duas leituras, das secções que divergiram em 2 anos de idade de contagem, nova leitura foi realizada, e em caso de persistência de divergência, a vértebra em questão foi descartada. Foram considerados anéis etários completos (*annulus*) aqueles compostos por uma banda opaca (clara, mais mineralizada) e uma banda translúcida (escura, menos mineralizada), que muitas vezes apresentava “incrementos menores” (ou “falsos anéis”) (Cowley, 1997; Cailliet *et al.*, 2006) (Fig.2). As marcas consideradas foram as visualizadas tanto no corpo *calcareum*, quanto na *intermedialia*, considerando a clareza e o contraste do anel. As contagens foram realizadas sem o conhecimento do tamanho dos indivíduos, data de coleta, e diagnóstico feito

nas leituras anteriores, minimizando vícios desses fatores nas leituras (Cailliet *et al.*, 2006).

Variação na estrutura de tamanho corpóreo (*LD*) entre machos e fêmeas

Para comparar a distribuição de frequência de classes de comprimento (*LD*) entre machos e fêmeas das amostras, aplicou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov ($\alpha = 5\%$) (Zar, 2010).

Relação entre largura de disco (*LD*) e massa total (*MT*)

Dos exemplares descarregados inteiros, foi testada a alometria do incremento da *LD* em relação à *MT*, separadamente para machos e fêmeas pelo método dos mínimos quadrados, após ajuste da função $MT=LD.x^b$ (Huxley, 1936). O tipo de incremento foi avaliado pelo teste *t*, testando se o coeficiente angular *b* é significativamente igual (isometria), maior (alometria positiva) ou menor do que 3 (alometria negativa) ($\alpha = 5\%$) (Sparre & Venema 1989). Análise de covariância (ANCOVA) foi aplicada para testar se há variação da relação *LD-MT* entre sexos.

Relação largura entre disco (*LD*) e raio da vértebra (*RV*)

De cada *centrum*, mensurou-se o raio da vértebra (*RV* em milímetros), a fim de verificar a relação entre o raio e a *LD*, para sexos separados, através do ajuste do modelo linear $RV = LD.b + a$ (Campana *et al.*, 1995). Análise de covariância, ANCOVA, foi aplicada para testar o efeito do sexo.

Consistência e precisão

A fim de verificar a consistência das leituras, as distâncias do foco da vértebra até a margem externa de cada banda translúcida (*R_i*) e o raio da vértebra (*RV*) foram mensuradas. Segundo Campana (2001), espera-se que o número de bandas translúcidas e seus respectivos raios (*R_i*) aumentem linearmente conforme há o incremento da *LD*. Além disso, espera-se que a relação de cada raio (*R_i*) e o raio total da vértebra seja relativamente constante (Campana 2001). Para avaliar tal constância nas leituras, utilizou-se o coeficiente de variação (*CV*) (Zar, 2010), calculado por anel e para a amostra total, pela equação:

$CV = \frac{\sigma}{\mu} \times 100$, sendo: σ a variância do raio do anel i e μ a média dos valores da posição do anel i . Valores de CV menores que 5% indicam consistência nas leituras.

A precisão das leituras foi calculada para cada grupo de anel e para a amostra total pelo erro percentual médio (*Average Percent Error – APE*) (Beamish & Fournier, 1981; Campana, 2001), segundo a equação:

$$APE = 100\% \times \frac{1}{N} \sum_{i=1}^R \left(\frac{|\bar{X}_{ij} - \bar{X}_j|}{\bar{X}_j} \right), \text{ sendo: } N \text{ o numero de vertebras analisadas; } R$$

o número de leituras do indivíduo j ; $\bar{X}_{ij}$ número de anéis i estimada para o indivíduo j ; e $\bar{X}_j$ a média do número de anéis calculada para o indivíduo j . Valores menores que 10% indicam precisão nas leituras.

Além disso, para comparação visual do erro das leituras, utilizou-se o gráfico de vícios nas leituras para comparação visual proposto por Campana *et al.* (1995).

Periodicidade e época de formação dos anéis etários

A análise de periodicidade de formação das marcas de crescimento foi realizada pelo método quantitativo de incremento marginal (*IM*) e o método qualitativo de análise de borda (Campana, 2001). As amostras foram grupadas em estação do ano sendo: verão (janeiro 2012 e fevereiro e janeiro de 2013); outono (março a maio de 2012); inverno (junho a agosto de 2012) e primavera (setembro a novembro de 2012).

IM é definido como a diferença entre o raio da vértebra e o raio da última marca de crescimento completamente formada (Natanson *et al.*, 1995), sendo definido segundo a equação:

$IM = (R - R_n) / R - R_{(n-1)}$, sendo: R o raio da vértebra; R_n o raio do último anel etário mais recente; $R_{(n-1)}$ o raio do penúltimo anel formado. A similaridade dos valores medianos do incremento marginal por estação do ano foi avaliada pelo teste não paramétrico Kruskal-Wallis (Zar, 2010).

O método de análise da borda consiste na proporção sazonal de zonas translúcidas e opacas na borda da vértebra (Labropoulou & Papaconstantinou, 2000). Seguindo a metodologia de Cailliet *et al.* (2006), foram considerados dois tipos de bandas de crescimento: uma banda opaca mais larga e uma banda translúcida mais fina. A maior proporção de indivíduos com bandas

translúcidas na borda indica o período de formação da banda (Cailliet *et al.*, 2006).

Ambas as análises foram realizadas para (I) o grupo de indivíduos que apresentavam o mesmo número de anéis e que ocorreram em maior número, que, no caso, foi o grupo com 7 anéis (n=32, denominado “Grupo 1”) e (II) os três grupos de classe de anéis com maior número de exemplares agrupados (6 anéis, n=18; 7 anéis, n=32; 8 anéis, n=19 (Grupo 2).

Modelos de crescimento

Realizou-se com os dados de idade, o retrocálculo pelo método proposto por Fraser Lee, com o intuito de aumentar o número amostral e as classes de tamanho, e estimar de uma forma mais acurada os parâmetros e a curva de crescimento para *D. guttata*. O retrocálculo mensura o tamanho de cada exemplar na época de formação de cada anel (Butler & Rowland, 2008). A utilização do retrocálculo é amplamente recomendada para estudos de idade e crescimento em amostras < 200 exemplares (Thorson & Simpfendorfer, 2009), tal como no presente estudo. Para o retrocálculo, utilizou-se a seguinte equação (Butler & Rowland, 2008):

$$C_i = a + \left(\frac{C_t - a}{R_0} \right) \times R_i$$
, sendo: C_i = largura de disco na época de formação do anel; C_t = largura de disco na época da captura; R_0 = raio total da vértebra; R_i = raio do anel na idade i ; a = intercepto da regressão $LD=a+bR_0$

O crescimento de machos e fêmeas foi descrito pelo modelo von Bertalanffy, modificado por Beverton & Holt, (1957), a seguir descrito:

$$LD_t = LD_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$
, onde: LD_t é a largura de disco na idade t ; LD_{∞} é a largura de disco máxima teórica ou assintótica; k é a constante de crescimento; t_0 é a idade teórica quando a largura de disco é zero.

O modelo foi aplicado separadamente para machos e fêmeas, visto que há diferenças significativas na LD (Presente tese, Capítulo 2). A significância dos parâmetros foi avaliada teste t. O coeficiente de relação foi utilizado para avaliar a adequação do modelo, sendo considerada forte correlação, valores superiores a 0,6 (Callegari-Jacques, 2003; Zar, 2010). ANOVA foi aplicada aos modelos para machos e fêmea a fim de verificar a variância dos modelos.

RESULTADOS

Relação entre largura de disco (*LD*) e massa total (*MT*) e variação na estrutura de tamanho corpóreo de machos e fêmeas

Um total de 418 exemplares de *D. guttata* foi descarregado inteiro. Nas fêmeas ($n = 229$) a amplitude de *LD* foi de 31 a 103 cm (média $\pm$ desvio padrão = $57,3 \pm 15,5$) e de massa de 0,86 a 31,8 kg ($6,7 \pm 5,6$). Os machos ($n = 189$) variaram entre 16,5 e 78,0 cm de *LD* ($46,3 \pm 5,4$) e entre 0,17 e 9,2 kg de massa ($2,9 \pm 1,04$).

Houve diferença significativa na frequência de distribuição de *LD* entre fêmeas e machos (teste KS, $P < 0,001$). As fêmeas apresentaram maior amplitude de tamanhos e distribuição mais homogênea das classes de *LD* do que os machos, cujos indivíduos se concentraram entre 36,5 e 56,5 cm.

A relação de covariância entre *LD* e *MT* (Fig. 3) entre machos e fêmeas foi significativa ($F=77,7$; $P<0,001$). Ambos os sexos apresentaram um crescimento alométrico negativo ($P<0,001$).

Os parâmetros da relação entre *LD* e *MT* foram:

- Fêmeas: $MT=5 \cdot 10^{-5} LD^{2,8}$ ($R^2=0,96$)
- Machos: $MT=8 \cdot 10^{-5} LD^{2,7}$ ($R^2=0,89$)

Estrutura da amostra de vértebras

Do total de 150 vértebras coletadas, 138 (92%) foram utilizadas para a análise de crescimento devido à consistência da leitura dos anéis. Os exemplares com vértebras válidas variaram entre 36,0 e 104,5 cm de *LD* (média $\pm$ dp; $66,3 \pm 19,1$ cm de *LD*) para fêmeas, e entre 16,5 e 56,0 cm de *LD* ($45,9 \pm 5,3$ cm de *LD*) para machos (Fig.4) (Tab. 1), sendo as fêmeas significativamente maiores (KW, $P<0,001$).

Relação entre largura de disco (*LD*) e raio da vértebra (*RV*)

Houve uma forte e significativa relação ($RV=0,07LD-0,45$; $R=0,97$) entre o raio da vértebra e a largura de disco (Fig.5), evidenciando, portanto, que a vértebra é uma estrutura apropriada para análise de crescimento. Não houve diferença significativa na relação da *LD* e *RV* entre machos e fêmeas ($F=1,43$; $P=0,23$).

Consistência e precisão das leituras

A contagem do número de anéis variou de cinco a 18 (média $\pm$ dp; 10,5 $\pm$ 3,5) para fêmeas, e de seis a 10 (7,7 $\pm$ 1,1), para machos, predominando, em ambos os sexos, exemplares com sete anéis ($n = 32$) (Tab.1). A leitura dos anéis foi considerada consistente visto que o CV obtido para cada anel e para a amostra total esteve abaixo de 5% (Fig. 6). Os valores médios do raio do anel aumentaram conforme houve um aumento no número de anéis contados até o sétimo anel, e após tendo havido uma sobreposição dos valores médios e uma assintótica (Fig. 6). O erro percentual médio entre as leituras foi considerado baixo, para machos e fêmeas, ou seja, APE = 6,97 e APE = 1,71, respectivamente (Tab.1). No gráfico de comparação visual dos vícios de leituras (Fig. 7), observa-se que não houve diferenças sistemáticas entre as contagens do número de marcas de crescimento.

Periodicidade e época de formação dos anéis etários

Os menores valores medianos do incremento marginal para o grupo I ocorrerem no inverno e primavera, e para o grupo II, na primavera (Fig.8). Não foram encontradas diferenças significativas entre os valores medianos dentro de cada grupo (grupo I: $H = 1,829$, $P = 0,609$; grupo II: $H = 3,360$, $P = 0,339$). A estação do ano com as maiores proporções de bordas translúcidas ocorreu na primavera (Fig.9). Assim, assumiu-se que ocorra a formação de um anel etário por ano, durante o período compreendido do inverno a primavera.

Modelo de von Bertalanffy

Os parâmetros de crescimento estimados para *D. guttata* foram calculados separadamente para machos e fêmeas (Tab. 2). Verificou-se uma elevada sobreposição das classes de tamanho para idades distintas (Tabela 1).

Integrando-se os dados de idade aos dados de maturidade, apresentados no capítulo 2 da presente tese, a maturação é atingida aos seis anos (42 cm LD) e aos sete anos (60 cm LD) para machos e fêmeas, respectivamente.

Em relação à largura de disco assintótica (LD_{∞}), o valor das fêmeas foi mais de duas vezes superior aos dos machos (Tab.2; Fig.10). A constante de crescimento (k) estimada é considerada lenta ($k < 0,1$) para macho e fêmeas,

sendo mais elevada para os machos. Houve diferenças significativas entre os modelos estimados para machos e fêmeas ($F=7,86$; $P<0,001$).

A estimativa para todos os parâmetros estimados foram significativos ($P<0,001$) e os modelos foram considerados adequados, dado o elevado valor do coeficiente de relação (R).

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo permitiram estimar pela primeira vez a relação peso-comprimento, o tamanho (LD) assintótico, a idade da primeira maturação e a constante de crescimento de *D. guttata* da BTS. Essas informações são particularmente importantes, visto a lacuna de conhecimento para essa espécie e sua elevada captura para fins comerciais, nessa localidade. A deficiência de informações sobre a história natural das espécies tem sido um dos maiores impedimentos para o manejo das espécies de elasmobrânquios (Simpfendorfer *et al.*, 2011).

A primeira contribuição desse capítulo foi a equação da relação peso-comprimento da espécie em foco. Trata-se de uma equação que permite estimar a biomassa capturada, a partir dos tamanhos dos exemplares descarregados (Vazzoler, 1981; Montopoulos *et al.*, 2013). Segundo Sparre & Venema (1989), a estimativa dessa relação é fundamental para avaliação de estoques das espécies. No entanto, no caso dos elasmobrânquios, muitas vezes, é difícil a geração dessas informações, visto que, geralmente, esses peixes são descarregados de forma processada (sem cabeça ou eviscerada) (Motta *et al.*, 2014).

Na relação peso-comprimento verificou-se incremento alométrico negativo entre a LD e a MT , para ambos os sexos, expressando ganho de massa proporcionalmente menor com o aumento de LD . Resultados similares foram encontrados na literatura para *D. guttata* da região do Pará (Palmeira, 2012) e outros dasiatídeos: *Dasyatis americana* (Vaslet *et al.*, 2008), *Himantura walga*, *Dasyatis bennetti* e *Dasyatis zugei* (Lim *et al.*, 2014), entre outros. Vaslet *et al.* (*op. cit.*) citaram que a alometria negativa é uma característica comum em raias.

O maior tamanho atingido pelas fêmeas é amplamente difundido na literatura (Gianeti, 2011; Dale & Roland, 2012; Grijalba – Bendeck *et al.*, 2012;

Palmeira., 2012). Diferenças nos valores da relação peso-comprimento entre machos e fêmeas da BTS podem ser atribuídas a diversos fatores, tais como: à diferença na amplitude de LD, número de exemplares e do estágio de maturidade capturada, a área de captura e época da amostragem (Bello Olusoji *et al.*, 2009; Moutopoulos *et al.*, 2013).

Para o estudo de crescimento de elasmobrânquios, as vértebras têm sido amplamente utilizadas (Smith *et al.*, 2007; Pierce & Bennett, 2010). Alguns estudos se baseiam na variação temporal das modas de distribuição de frequência de tamanho, como por exemplo, o estudo realizado com o tubarão *Scyliorhinus canicula* (Rodriguez-Cabello *et al.*, 2005). No entanto, para as espécies de reprodução contínua, como *Dasyatis guttata*, as modas de LD se sobrepõem ao longo dos meses, dificultando as estimativas de crescimento. O uso de vértebras neste trabalho foi considerado apropriado, dada à relação positiva entre o raio da vértebra e o tamanho (LD) das raias (Campana, 2001).

A deposição anual dos anéis de crescimento (uma banda opaca e uma translúcida), aparentemente, é uma característica comum das raias (Dale & Holland 2012; Yigin & Ismen 2012) e já foi descrita para *Dasyatis guttata* (Gianeti, 2011) em Caiçara do Norte (Rio Grande do Norte). No entanto, diversos trabalhos reportam as dificuldades na validação da formação de um anel por ano (Natanson *et al.*, 1995, Cailliet *et al.*, 2006), como a encontrada na análise de incremento marginal, no presente estudo.

A maior proporção de bandas translúcidas na primavera e os menores valores médios do incremento marginal no inverno e primavera austral podem indicar que a formação da banda translúcida ocorra no inverno e primavera (final da estação chuvosa), período também apontado por Gianeti (2011). Cailliet & Goldman (2004) registraram a formação da banda opaca (mais espessa e crescimento mais rápido), no verão e a banda translúcida (mais estreita e crescimento mais lento), no inverno, e que muitas vezes também ocorre na primavera, corroborando com os resultados aqui gerados.

Esse padrão da formação das bandas pode estar relacionado com a variação cíclica sazonal de precipitação a qual está submetida a região (INMET, 2014). Há uma variação cíclica da incidência e penetração de luz solar (fotoperíodo), que age como um sincronizador dos ciclos internos (Underwood, 1989). Além do fotoperíodo, a deposição sazonal de banda opaca ou

translúcida pode ser afetada pela temperatura, fenômenos oceanográficos, atividade alimentar, época reprodutiva e processos endógenos (Cowley, 1997; Lalli & Parsons, 1997; Cailliet & Goldman, 2004). A deposição da banda translúcida no inverno e/ou primavera também foi relatada em outras espécies, como *Dasyatis dipterura* (Smith *et al.*, 2007), *Neotrygon kuhlii* (Pierce & Bennett, 2009) e *Dasyatis lata* (Dale & Holand, 2012).

A validação da formação de um ou mais anéis por ano é um passo importante para o estudo de crescimento, assim como a validação de primeiro anel de crescimento (Campana, 2001). Exemplos de *D. guttata* permanecem no útero materno por um período de 3 a 6 meses e nascem com 12,0 a 17,0 cm de LD (Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, 2011; Presente estudo, Capítulo 2). Durante a gestação dos elasmobrânquios há a formação de marcas (Caltabellotta, 2009), as quais podem ser contadas erroneamente. Além disso, exemplares da ordem Myliobatiformes, provavelmente, apresentam marcas embrionárias que podem indicar um aumento energético com o auxílio do “leite uterino” concomitante a ingestão do vitelo na dieta dos embriões. Essas marcas embrionárias não foram identificadas devido a técnica utilizada.

As fêmeas apresentaram o maior comprimento assintótico, assim como maiores idades (L_{∞} = 168,9 cm de LD; IM=18 anos) do que os machos (L_{∞} = 80,3 cm de LD; IM=10 anos), característica já citada para dasiatídeos (Tab.3). O comprimento assintótico é o tamanho máximo que um peixe de uma população pode alcançar se crescer indefinidamente (Froese & Pauly, 1995). O comprimento assintótico estimado para as fêmeas parece consistente, sendo descrito tamanho um pouco inferior para as raias de Caiçara do Norte (Gianeti, 2011).

O comprimento assintótico para os machos parece estar um pouco subestimado pelo modelo, pois houve registros de machos com tamanho muito próximo (maior macho: 78 cm LD) na área de estudo (presente tese, capítulo 2). Isso provavelmente ocorreu devido à: (I) seletividade dos petrechos utilizados, não capturando exemplares pequenos (<35 cm LD) (presente tese, capítulo 2); (II) menor amplitude alcançada pelos machos; e (III) indisponibilidade dos maiores exemplares para a retirada das vértebras. Thorson & Simpfendorfer (2009) enfatizaram que a seletividade dos petrechos desempenha importante papel na aplicabilidade dos dados de crescimento.

Assim, a ausência de indivíduos novos ou mais velhos (Campana, 2001; Cailliet & Goldman, 2004) pode ter influenciado a discrepância encontrada para os machos de *D. guttata* na BTS. A obtenção de exemplares distribuídos em uma grande amplitude de tamanho é fundamental para estimativas mais realistas e robustas dos parâmetros de crescimento (Campana, 2001; Cailliet & Goldman, 2004).

O elevado tamanho máximo para ambos os sexos, mas especialmente para as fêmeas, pode ser considerado um preditor de vulnerabilidade, visto que a pesca seleciona os maiores indivíduos (Dulvy & Reynolds, 2002; Frisk *et al.*, 2001; Hutchings *et al.*, 2012). Considerando as informações de L_{50} apresentadas no capítulo 2 da presente tese, estimou-se para *D. guttata* a idade de primeira maturação reprodutiva entre seis e sete anos, para machos e fêmeas, respectivamente. Esses resultados diferem (5 anos) do encontrado por Gianeti (2011).

Pode-se atribuir a diferenças de estimativas de crescimento a diferenças populacionais ou à influência de temperaturas um pouco mais elevadas encontradas em Caiçara do Norte. A temperatura é um fator importante a ser considerado na deposição das marcas de crescimento (Liu *et al.*, 1998) e é um dos principais fatores atuantes nos processos endógenos dos peixes (Fry, 1971). Entretanto, diferenças de estimativas de crescimento em estudos realizados na mesma espécie e localidade, como os realizados com *D. pastinaca* do Mediterrâneo (Tab.3) é atribuído a diferenças de protocolo de amostragem (Yeldan *et al.*, 2009; Yigin & Ismen, 2012).

A maior parte dos exemplares da amostra e possivelmente da população da BTS, visto que a captura atinge principalmente exemplares entre 43,5 e 52,5 cm de *LD* (Presente tese, Capítulo 2), possui entre seis e sete anos, e a captura incide sobre exemplares na faixa etária de maturidade reprodutiva. Tal fato pode ocasionar um desequilíbrio populacional a médio e longo prazo, afetando não só o ecossistema, como também gerando impactos na renda para essa comunidade. Entretanto, a ausência de exemplares com idade inferior a cinco anos na amostra pode indicar baixa mortalidade pela pesca de jovens, contribuindo para a reposição do estoque adulto. A sobrevivência de jovens pode contribuir para a sustentabilidade da atividade pesqueira local (Musick *et al.*, 1999; Frisk *et al.*, 2001).

Registrou-se o exemplar mais velho (18 anos) dos já registrados para essa espécie (Gianeti, 2011). Dentro dessa família, uma fêmea de *Himantura astra* ($L_{\infty}=82$ cm, $k=0,07$), na costa norte da Austrália, apesar de apresentar menor tamanho máximo estimado, teve registrada idade estimada de 29 anos na costa norte da Austrália (Jacobsen & Bennett, 2011), evidenciando a elevada longevidade desse grupo.

Os valores estimados de t_0 foram de -3,47 e -3,08 e representa a idade, em anos, que o comprimento do peixe é zero.

O modo como a espécie cresce é uma informação importante para planos de manejo dos estoques. Espécies, como *D. guttata* ($k = 0,03$ para fêmeas e $k = 0,07$ para machos, presente estudo), que apresentam $k < 0,1$ são consideradas de crescimento lento. Os valores de k devem ser considerados com cautela, pois fornece apenas uma caracterização geral da história de vida desses animais (Smith *et al.*, 2007). Constantes de crescimento dessa magnitude foram estimadas para *D. guttata* em região mais ao norte da costa do Brasil (Gianeti, 2011), assim como para a maioria das espécies de dasiatídeos (Tab.3). Entretanto, crescimento mais acelerado ($0,1 < k < 0,3$) foi estimado para machos de *Dasyatis chrysonota*, *Dasyatis dipterura* e *Neotrygon picta*; e exemplares de ambos os sexos de *Neotrygon kuhlii*, *Neotrygon annotata* e *D. lata* (Tab.3).

Com base nessa fundamentação e resultados, conclui-se que essa espécie é vulnerável à sobrepesca e medidas de ordenamento devem ser consideradas prioridade. Peixes com tais características (crescimento lento e alta longevidade) são espécies vulneráveis, mesmo em níveis de esforço pesqueiro considerado baixo (Frisk *et al.*, 2001), como os considerados pela pesca artesanal. Além disso, houve elevada incidência das capturas principalmente na população desovante (entre 42 - 60 cm *LD*). Assim, sugere-se que o estoque de *D. guttata* seja avaliado, incluindo o acompanhamento de outras artes de pesca, como arrasto que provavelmente capturam exemplares mais jovens (< 5 anos).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AINSLEY, S.M.; EBERT, D.A.; NATANSON, L.J.; CAILLIET, G.M. A comparison of age and growth of the Bering skate, *Bathyraja interrupta* (Gill and Townsend, 1897), from two Alaskan large marine ecosystems. **Fish. Res.**, 154: 17-25. 2014. doi: 10.1016/j.fishres.2014.02.002.
- BEAMISH, R.J.; FOURNIER, D.A. A method for comparing the precision of a set of age determinations. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 38, 982-983. 1981.
- BELLO OLUSOJI, O.A., ANIFOWOSE, O.J. AND SODAMOLA, M.Y. Length-Weight Relationships, Condition Factor and Fecundity of the West Africa Freshwater Crab, *Sudanonautes africanus* (Milne-Edwards 1883), in Western Nigeria. **West Afri. J. Appl. Ecol.** 16, 65-74. 2009.
- BEVERTON, R.J.; HOLT., S.J. On the dynamics of exploited fish populations. Fisheries Investment Series 2. Vol. 19. U.K. Ministry of Agriculture and Fisheries, London. 1957.
- BUTLER, G.L.; ROWLAND, S.J. Using traditional age and growth techniques in endangered species management: eastern freshwater cod, *Maccullochella ikei*. **Mar. Fresh. Res.** 59: 684-693. 2008.
- CAILLIET, G. M.; GOLDMAN, K. J. Age determination and validation in chondrichthyan fishes. In: CARRIER, J. C., MUSICK, J. A.; HEITHAUS, M. R., (Eds): **Biology of Sharks and their Relatives**, San Diego, CA: CRC Press. p. 399-447. 2004.
- CAILLIET, G. M.; SMITH, W. D.; MOLLET, H. F.; GOLDMAN, K. J. Age and growth studies of chondrichthyan fishes: the need for consistency in terminology, verification, validation, and growth function fitting. **Environ. Biol. Fish.** 77, 211-228. 2006.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. Bioestatística: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed. p. 146. 2003.
- CALTABELLOTTA, F. P. Dinâmica populacional das raias-viola *Rhinobatos horkelli*, *Rhinobatos percellens* e *Zapteryx brevirostris* (Chondrichthyes, Rhinobatidae) da plataforma continental de São Paulo. 85 f. Tese (Doutorado em Ciência, área - Zoologia) - Instituto de Biociências (IBB), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, Botucatu, SP, Brasil. 2014.
- CAMHI, M.; FOWLER, S.; MUSICK, J.; BRAUTIGAM, A.; FORDHAM, S. Sharks and their relatives: ecology and conservation. Occas. Pap. IUCN Species Survival Commision, 20p, 1998.
- CAMPANA, S. E.; ANNAND, C.M.; MCMILLAN, J.I. Graphical and statistical methods for determining the consistency of age determinations. **Trans. Am. Fish. Soc.** v. 124, p.131-138. 1995.
- CAMPANA, S. E. Accuracy, precision, and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. **J. Fish. Biol.** 59, 97-242. 2001.
- CARPENTER, K. E.; V. H. NIEM. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. The Living Marine Resources of the Western Central Pacific. Volume 3. Batoid Fishes, Chimaeras and Bony Fishes Part 1. FAO, Rome, p. 1397-2068. 1999.
- CERVIGÓN. F.; ALCALÁ. A. Los peces marinos de Venezuela: Tiburones y rayas. Fundación Museo del Mar. Ed. Nueva Esparta. Venezuela. 230 p. 1999.

- COWLEY, P.D. Age and growth of the blue stingray *Dasyatis chrysonota* from the south-eastern Cape coast of South Africa. **S. Afr. J. Marine Sci.** 18: 31–38. 1997.
- DALE, J.J.; HOLLAND, K. Age, growth and maturity of the brown stingray (*Dasyatis lata*) around Oahu, Hawai'i. **Mar. Fresh. Res.** 63, 475–484. 2012.
- DRIGGERS, W. B.; OAKLEY, D. A.; ULRICH, G.; J. K. CARLSON, J. K.; B. J. CULLUM, B. J.; DEAN, J. M. Reproductive biology of *Carcharhinus acronotus* in the coastal waters of South Carolina. **J. Fish Biol.** 64, 1540–1551, 2004.
- DULVY N.K.; FORREST, R.E. Life histories, population dynamics, and extinction risks in chondrichthyans. In: CARRIER J.C., MUSICK J. A.; HEITHAUS, M.R. (Eds). **Sharks and their relatives II: biodiversity, adaptive physiology, and conservation**. Boca Raton: CRC Press, 2010. p. 635–676.
- DULVY, N. K.; REYNOLDS, J. D. Predicting Extinction Vulnerability in Skates. **Conservation Biology**, v. 16, n. 2. p. 440–450, April 2002.
- FERNANDEZ-CARVALHO, J.; IMHOFF, J.L.; FARIA, V.V.; CARLSON, J.K.; BURGESS, G.H. Status and the potential for extinction of the largetooth sawfish *Pristis pristis* in the Atlantic Ocean. **Aqua. Conserv.** 24: 478–497. 2014.
- FIGUEIREDO, J. L. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, raias e quimeras. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 1-104p. 1977.
- FRISK, G.F.; MILLER, T.J.; FOGARTY, M.J. Estimation and analysis of biological parameters in elasmobranch fishes: a comparative life history study. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 58, 969 – 981, 2001.
- FROESE, R.; D. PAULY. (Eds): FishBase. Disponível em <www.fishbase.org>, version (11/2014). Acessado em janeiro de 2014.
- FRY, F. E. J. The effect of environmental factors on the physiology of fish. In: HOAR, W. S., RANDALL, D. J. (Eds.): **Fish Physiology**, Vol. VI., Academic Press, NY, 1971, p. 1-98.
- GIANETI, M. D. Reprodução, alimentação, idade e crescimento de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) (Elasmobranchii; Dasyatidae) na região de Caçara do Norte - RN. 2011. 115 f. Tese (Doutorado em Ciências, área Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- GRIJALBA-BENDECK, M.; POLO-SILVA, C.; ACEVEDO, K.; MORENO, F.; MOJICA, D. Aspectos tróficos y reproductivos de algunos batoideos capturados en Santa Marta, Mar Caribe de Colombia. **Lat. Am. J. Aquat. Res.**, 40(2): 300-315, 2012.
- HUTCHINGS, J.A.; MYERS, R.A.; GARCIA, V.B.; LUCIFORA, L.O.; KUPARINEN A. Life-history correlates of extinction risk and recovery potential. **Ecol. Appl.** 22:1061–1067.
- HOLDEN, M. J. The growth rates of *Raja brachyura*, *R. clavata* and *R. montagui* as determined from tagging data. **J. Cons. Int. Explor. Mer** 34:161–168. 1972.
- HUXLEY, J. S. Problems of relative growth. London: Methuen Doubleday, Garden City, New York, p. 301. 1936.

- ROSA, R.; FURTADO, M. *Dasyatis guttata*, **IUCN Red list of threatened species**, Version 2011.2. International Union for Conservation of Nature. Disponível em: <www.iucnredlist.org>
- JACOBSEN, I. P.; BENNETT, M. B. Life history of the blackspotted whipray *Himantura astra*. **J. Fish Biol.** 78, 1249–12. 2011
- KING, M. Fisheries Biology, Assessment and Management. Fishing News Books, Oxford. 221 p. 1995
- KOTAS, JE, PETRERE, M Jr, AZEVEDO, VG; DOS SANTOS, S. A pesca de emalhe e de espinhel de superfície na Região Sudeste-Sul do Brasil. Série documentos Revizee – Score Sul, 72 p. 2005
- LABROPOULOU, M.; PAPACONSTANTINO, C. Comparison of otolith growth and somatic growth in two macrourid fishes. **Fish. Res.** 46: 177-188. 2000.
- LALLI, C.M.; PARSONS, T.R. **Biological Oceanography, An Introduction**, Butterworth- Heinmann Oxford, pp. 314. 1997.
- LIM, K. C.; CHONG, V. C.; LIM, P. E.; YURIMOTO, T. Length-weight relationship of stingrays in Kuala Selangor, Malaysia. **J. Appl. Ichthyol.** 30 (2014), 1096–1098. 2014.
- LIU, K. M.; CHIANG, P. J.; CHEN, C. T. Age and growth estimates of the big eye tresher shark, *Alopias superciliosus*, in northwestern Taiwan waters. **Fish. Bull.**, 96: p. 482-491. 1998.
- MONTE-LUNA, P. D.; CASTRO-AGUIRRE, J. L.; BROOK, B. W.; CRUZ-AGÜERO; CRUZ-ESCALONA, V. H. Putative extinction of two sawfish species in Mexico and the United States. **Neotrop. Ichthyol.** 7(3), 509–512, 2009.
- MOTTA, F. S.; CALTAVELLOTTA, F. P.; NAMORA, R. C.; GADIG, O. B. F., 2014. Length-weight relationships of sharks caught by artisanal fisheries from southeastern Brazil. **J. Appl. Ichthyol.** 30, 239–24. 2014.
- MOUTOPOULOS, D.K.; RAMFOS, A.; MOUKA, A.; KATSELIS, G. Length-weight relations of 34 fish species caught by small-scale fishery in Korinthiakos Gulf (Central Greece). **Act. Ichthyol. Piscat.** 43(1), 57-64. 2013.
- MUSICK, J. A.; BURGESS, G.; CAILLIET, G.; CAMHI, M.; FORDHAM, S.. Management of Sharks and Their Relatives (Elasmobranchii). **Fisheries**, 25(3): 9–13. 1999.
- MYERS, R.A.; WORM, B. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. **Nature**, 423, 280-283, 2003
- NATANSON, L. J.; CASEY, J. G.; KOHLER, N. E. Age and growth estimates for the dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, in the western North Atlantic Ocean. **Fish. Bull.** 93:116-126. 1995.
- PALMEIRA, A. R. O. Biologia Reprodutiva da raia *Dasyatis guttata* Bloch & Schneider, 1801 (Myliobatiformes: Dasyatidae) no litoral do Pará. 2012. 92 F. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2012.
- PIERCE, S. J.; BENNETT, M. B. Validated annual band-pair periodicity and growth parameters of blue-spotted maskray *Neotrygon kuhlii* from south-east Queensland, Australia. **J. Fish Biol.** 75, 2490–2508. 2009.
- PIERCE, S. J.; BENNETT, M. B. Destined to decline? Intrinsic susceptibility of the threatened estuary stingray to anthropogenic impacts. **Mar. Fresh. Res.** 61, 1468–1481. 2010.

- RODRIGUEZ-CABELLO, C.; FERNÁNDEZ, A.; OLASO, I.; SÁNCHEZ, F.; GANCEDO, R.; PUNZÓN, A.; CENDRERO, O. Overview of Continental Shelf Elasmobranch Fisheries in the Cantabrian Sea. **J. Northw. Atl. Fish. Sci.** 35, 375–385. 2005.
- SIMPFENDORFER, C. A.; YEISER, B. G.; WILEY, T. R.; POULAKIS, G. R.; STEVENS, P. W.; HEUPEL, M. R. 2011. Environmental influences on the spatial ecology of juvenile smalltooth sawfish (*Pristis pectinata*): results from acoustic monitoring. **PLoS ONE**. 6(2): e16918.
- SMITH, A.D.M.; E.J. FULTON; A.J. HOBDA; D.C. SMITH; P. SHOULDER. Scientific tools to support the practical implementation of ecosystem-based fisheries management. **ICES J. Mar. Sci.** 64, 633-639. 2007.
- SOARES, L. S. H.; SALLES, A. C. R.; LOPEZ, J. P.; MUTO, E. Y.; GIANNINI, R. Pesca e Produção Pesqueira. In: HATJE, V., DE ANDRADE, J.B. (Eds.): **Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos**. Salvador, EDUFBA, p. 161-206. 2009.
- SOARES, L.S.H.; LOPEZ, J.P.; MUTO, E.Y.; GIANNINI, R. Capture fishery in the Northern Todos os Santos Bay, Topical Southwestern Atlantic, Brazil. **Braz. J. Oceanogr.** 59(1), 61-74, 2011.
- SPARRE, P.; VENEMA, S.C. Introdução à avaliação de mananciais de peixes tropicais. Parte 1: Manual. FAO, Roma. 1997.
- SPARRE, P., URSIN, E.; VENEMA, S.C. Introduction to tropical fish stock assessment - Part II: Manual. FAO Fisheries Technical Paper, No. 306/2, Rome, pp: 429. 1989.
- STEHMANN, M.; MCEACHRAN, J.D.; VERGARA, R. Dasyatidae. In W. FISCHER (Eds.): **FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Central Atlantic (Fishing Area 31)**. Vol. 1. FAO, Rome. 1978.
- STEVENS, J.D.; BONFIL, R.; DULVY, N.K. & WALKER, P.A. The effects of fishing on sharks, rays, chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. **ICES J. Mar. Sci.** 57, 476 – 494, 2000.
- THORSON, J. T.; SIMPFENDORFER, C. A. Gear selectivity and sample size effects on growth curve selection in shark age and growth studies. **Fish. Res.** 98 (2009) 75-84. 2009.
- THORSON, J. T.; SIMPFENDORFER, C. A. Gear selectivity and sample size effects on growth curve selection in shark age and growth studies. **Fish. Res.** 98 (2009) 75-84. 2009.
- UNDERWOOD, H. The pineal and melatonin: regulators of circadian function in lower vertebrates. **Experientia**, 45, 914 -922. 1989 .
- VASLET, A.; BOUCHON-NAVARO, Y.; LOUIS, M.; BOUCHON, C. Weight-length relationships for 20 fish species collected in the mangroves of Guadeloupe (Lesser Antilles). **J. Appl. Ichthyol.** 24, 99–100. 2008.
- VAZZOLER, A. E. A. de M. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: Reprodução e crescimento. Brasília, CNPq. Programa Nacional de Zoologia. 106p. 1981.
- YELDAN, H.; AVSAR, D.; MANASIRLI, M. Age, growth and feeding of the common stingray (*Dasyatis pastinaca*, L., 1758) in the Cilician coastal basin, northeastern Mediterranean Sea. **J. Appl. Ichthyol.** 25 (Suppl. 1), 98–102. 2009.

- YIGIN, C. C.; ISMEN, A. Age, growth and reproduction of the common stingray, *Dasyatis pastinaca* from the North Aegean Sea. **Mar. Biol. Res.** 8: 644–653. 2012.
- YOKOTA, L. & LESSA, R.P. Reproductive biology of three ray species: *Gymnura micrura* (Bloch & Schneider, 1801), *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) and *Dasyatis marianae* Gomes, Rosa & Gadig, 2000, caught by artisanal fisheries in Northeastern Brazil. **Ca. Biol. Mar.** 48, 249-257, 2007.
- ZAR, J.H. Biostatistical analysis. 5th ed. Prentice Hall, New Jersey. 944p. 2010.

Figura 1. A) Vértébras fixadas em lâminas microscópios com a resina adesiva, B) amostra anterior e posterior ao corte do *centrum*, respectivamente.

Figura 2. Seção da vértebra de macho (largura de disco = 48,0 cm) de *Dasyatis guttata* de 7 anos da Baía de Todos os Santos, Cada seta representa um anel de crescimento. Rv = raio da vértebra; MN = marca de nascimento.

Figura 3. Relação entre massa e largura de disco de fêmeas (A) e machos (B) de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos.

Figura 4. Frequência de intervalo de largura de disco dos exemplares com os quais foi conduzida a análises de crescimento de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos.

Figura 5. Relação linear relacionando o raio da vértebra e a largura de disco de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos.

Figura 6. Média, desvio padrão (barras) e coeficiente de variação (número acima de cada observação) do raio de cada anel em relação ao raio total da vértebras de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos.

Figura 7. Comparação de duas leituras de anéis sucessivas e independentes dos cortes das vértebras de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos. Os pontos e as barras representam, respectivamente, a média e o desvio padrão do número de marcas identificadas na segunda leitura para todos os exemplares pertencentes ao mesmo grupo de marcas lidas no primeiro momento. O número acima de cada ponto é o total de indivíduos de cada faixa de idade analisados nas leituras.

Figura 8. Box-plots da variação sazonal do incremento marginal (IM) para sexos grupados de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos. (A) exemplares com 7 anéis, (B) exemplares grupados com 6, 7 e 8 anéis. Valor entre parênteses indica número de vértebras analisadas por estação. Linha pontilhada = a média e linha contínua é a mediana

Figura 9. Frequência de formação de zona opaca e translúcidas por estação do ano na borda das vértebras de machos e fêmeas de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos. (A) exemplares com 7 anéis, (B) exemplares agrupados com 6, 7 e 8 anéis. Valor entre parênteses indica número de vértebras analisadas por estação.

(A)

(B)

Figura 10. Curva de crescimento para fêmeas (A) e machos (B) de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos representadas pelo o modelo de von Bentalanffy modificado de Beverton & Holt, (1957) com dados retrocálculados.

Tabela 1. Número de exemplares analisados por idade estimada, amplitude de largura de disco, média ($\bar{X}$) de largura de disco, idade média ($\bar{X}$) estimada, desviopadrão (DP) da idade e índice de precisão da leitura (APE) para fêmeas e machos de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos.

Fêmeas					
Idade estimada	N	Amplitude de L	$\bar{X}$ LD	DP	APE
5	2	35,0-44,0	39,25	0,35	6,52
6	7	35,0-55,5	46,16	0,27	1,72
7	14	40,0-64,0	47,43	0,43	0,70
8	10	40,0-70,5	55,04	0,45	0,26
9	7	42,0-70,5	58,39	0,19	0,40
10	6	50,0-78,5	68,13	0,46	1,52
11	9	53,8-82,0	70,26	0,43	1,47
12	4	73,0-89,0	80,88	0,29	2,94
13	6	71,0-88,0	80,00	0,93	0,63
14	9	75,5-92,0	85,28	0,39	1,54
15	2	84,0-89,0	86,50	0,35	2,38
16	4	88,5-103,0	97,63	0,71	0,00
17	3	87,0-94,5	91,00	0,76	1,89
18	5	100,0-104,5	102,25	0,35	2,00
Total	90	35,0-104,0	66,3	3,56	1,71
Machos					
Idade estimada	N	Amplitude de LD	$\bar{X}$ LD	DP	APE
6	11	36,0-46,5	41,94	0,57	11,81
7	17	38,0-53,0	45,38	0,63	9,36
8	7	43,0-56,0	47,29	0,56	8,12
9	7	42,5-55,0	47,93	0,58	2,94
10	6	47,0-56,0	51,25	1,00	2,63
Total	48	36,0-56,0	45,90	1,14	6,97

Tabela 2. Número de indivíduos retrocalculados (NR) e os parâmetros (LD_{∞} , k,) de crescimento e respectivos intervalos de confiança (IC) e t_0 para machos e fêmeas de *Dasyatis guttata*. * $P < 0,001$. LD_{∞} largura de disco máxima, k constante de crescimento, IC intervalo de confiança, t_0 comprimento quando a idade é zero, R coeficiente de relação.

NR	LD_{∞}	IC LD_{∞}	k	t_0	R
Fêmeas					
928	168,9*	138,6– 243,2	0,03*	-3,08*	0,91
Machos					
364	80,3*	58,7-93,0	0,07*	-3,47*	0,93

Tabela 3. Estudos de idade e crescimento com Dasiatídeos. IM: idade máxima estimada, anos; LD_{∞} : largura de disco máxima, cm; k: constante de crescimento.* estudo realizado para sexo agrupado.

Referência	espécie	Localidade	Machos	Fêmeas
Cowley (1997)	<i>Dasyatis chrysonata</i>	África do Sul	idade máxima: 09 LD_{∞} = 53,2 k=0,17	idade máxima: 14 LD_{∞} = 91,3 k=0,07
Ismen (2003)	<i>Dasyatis pastinaca</i>	Mar Mediterrâneo	idade máxima: 10 LD_{∞} = 121,5 k=0,08	idade máxima: 10 LD_{∞} = 121,5 k=0,08
Smith <i>et al.</i> (2007)	<i>Dasyatis dipterura</i>	México	idade máxima: 19 LD_{∞} = 61,2 k=0,1	idade máxima: 28 LD_{∞} = 92,4 k=0,05
Yeldan <i>et al.</i> (2009)	<i>Dasyatis pastinaca</i>	Mar Mediterrâneo	idade máxima: 08 LD_{∞} = 203,0 k=0,03	idade máxima: 12 LD_{∞} = 219,0 k=0,04
Pierce & Bennett (2009)	<i>Neotrygon kuhlii</i>	Austrália	idade máxima: 10 LD_{∞} = 38,52 k=0,2	idade máxima: 13 LD_{∞} = 46,58 k=0,13
Jacobson & Bennett (2010)	<i>Neotrygon picta</i>	Austrália	idade máxima: 11 LD_{∞} = 27,1 cm k=0,12	idade máxima: 18 LD_{∞} = 36,0 k=0,08
	<i>Neotrygon annotata</i>		idade máxima: 9 LD_{∞} = 123,0 cm k=0,2	idade máxima: 13 LD_{∞} = 126,5 cm k=0,31
	<i>Neotrygon kuhlii</i>		idade máxima: 15 LD_{∞} = 43,8 cm k=0,08	idade máxima: 17 LD_{∞} = 44,0 cm k=0,08
Gianetti (2011)	<i>Dasyatis guttata</i>	Nordeste do Brasil	idade máxima: 09 LD_{∞} = 100,7 k=0,07	idade máxima: 14 LD_{∞} = 137,5 k=0,06
Dale & Holland (2012)	<i>Dasyatis lata</i>	Hawaii	idade máxima: 25 LD_{∞} = 116 k=0,14	idade máxima: 28 LD_{∞} = 144,0 k=0,12
Yigin & Ismen (2012)	<i>Dasyatis pastinaca</i>	Mar Mediterrâneo	idade máxima: 10 LD_{∞} = 188,49 k=0,06	idade máxima: 16 LD_{∞} = 119,96 k=0,08
Presente estudo	<i>Dasyatis guttata</i>	Baía de Todos os Santos	idade máxima: 10 LD_{∞} = 80,3 k=0,07	idade máxima: 18 LD_{∞} = 169,8 k=0,03

Capítulo 4 – Variabilidade alimentar de *Dasyatis guttata* (Elasmobranchi: Dasyatidae) na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.

INTRODUÇÃO

Mesopredadores, como os pequenos tubarões e as raias, são elementos fundamentais na dinâmica de ecossistemas marinhos (Stevens *et al.*, 2000; Vaudo & Heithaus *et al.*, 2011). Entretanto, comparativamente aos predadores apicais (grandes tubarões), estudos sobre dieta e ecologia trófica com mesopredadores ainda são bastante negligenciados (Heithaus *et al.*, 2010). Somando-se a isso, alterações na dinâmica desses componentes como, por exemplo, a diminuição na abundância de um mesopredador, pode resultar em perda de conectividade na cadeia alimentar (Vaudo & Heithaus *et al.*, 2011; Heithaus *et al.*, 2013), e acarretar o efeito de cascata trófica *top-down* (Stevens *et al.*, 2000) com impactos severos no ecossistema e na pesca (Myers *et al.*, 2007).

O conhecimento das interações tróficas (relações entre presa-predador) e da posição das espécies na teia alimentar é crucial para o entendimento do modo como a energia circula na teia alimentar (Stevens *et al.*, 2000; Navia *et al.*, 2010). Essas informações são cruciais para modelos ecológicos, ordenamento pesqueiro e avaliações de impactos nos diferentes componentes de um ecossistema (Heithaus *et al.*, 2013).

Entender os fatores que conduzem a composição e variabilidade alimentar é uma tarefa complexa. A variabilidade da dieta é comumente atribuída a (I) variações do tamanho do corpo (Koen Alonso *et al.*, 2001); (II) ontogenia (Navia *et al.*, 2011; Lopés- Garcia *et al.*, 2012); (III) sexo (Morato *et al.*, 2003; Scenna *et al.*, 2006); (IV) localização geográfica (Simpfendorfer *et al.*, 2001; Bethea *et al.*, 2004); (V) condição oceanográfica (McElroy *et al.*, 2006; Bethea *et al.*, 2007); (VI) profundidade de forrageamento (Bizzarro *et al.*, 2007; Robinson *et al.*, 2007); e (VII) estação sazonal (Rinewalt *et al.*, 2007).

Dentre os trabalhos recentes que abordam a alimentação de dasiatídeos podem-se citar os realizados com *Dasyatis chrysonata* (Ebert & Cowley, 2003; *Neotrygon kuhlli* (Tillet *et al.*, 2008); *Dasyatis pastinaca* (Yeldan *et al.*, 2009) *Dasyatis colarensis* (Charvet- Almeida *et al.*, 2008); *Dasyatis guttata* (Gianeti, 2011; Grijalba-Bendeck *et al.*, 2012); *Dasyatis longa* (López-Garcia *et al.*,

2012); *Neotrygon kuhlii*, *Pastinachus atrus*, *Taeniura lymna*, *Urogymnus asperimus* e *Himantura uarnak* (O'Shea *et al.*, 2013); e *Dasyatis marianae* (Costa *et al.*, 2015). Uma síntese desses trabalhos permite caracterizar as raias como predadores da comunidade bentônica e demersal, alimentando-se principalmente de peixes e invertebrados.

A raia *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) apresenta ampla distribuição, do Golfo do México à região sudeste do Brasil (Figueiredo, 1977; Menni & Lessa, 1998; Rosa & Furtado, 2004). Esta raia está classificada na lista vermelha de espécies ameaçadas da IUCN como “Dados Insuficientes” (Rosa & Furtado, 2004). Na região nordeste do Brasil, a espécie é capturada frequentemente pela frota artesanal costeira (Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, 2011). Em particular, na Baía de Todos os Santos (BTS), essa espécie constitui um dos principais componentes do nécton descarregado (Soares *et al.*, 2009; Presente tese, Introdução e Capítulo 6). Apesar de sua importância, pesqueira e ecológica, informações sobre a ecologia trófica dessa espécie ainda são incipientes e disponíveis em produção de circulação restrita (e.g. tese e anais de congressos) (Queiroz *et al.*, 1993; Simões & Queiroz, 1995; Gianeti, 2011).

O presente trabalho teve como objetivo: (I) descrever a composição da dieta de *Dasyatis guttata* na BTS através da análise de conteúdo estomacal e (II) testar o efeito do sexo, do tamanho corpóreo e da estação sazonal na composição da dieta.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e coleta de dados biológicos

Entre janeiro de 2012 e janeiro de 2013, as raias foram obtidas mensalmente do descarregamento da frota artesanal de duas localidades da BTS: São Francisco do Conde (12° 37' 45" S - 38° 40' 50" O) e da Ilha de Bom Jesus dos Passos (12° 45' 39" S - 38° 38' 28" O) (Fig.1). Elas foram capturadas por quatro petrechos de pesca comumente utilizados pela frota local, os quais foram agrupados em duas classes: (I) os que utilizam linha e anzol, grozeira (nº de exemplares, n = 228) e boia (n = 26); e (II) as redes: arraieira (n=77) e rede de arrasto (n=1). *Gobionellus oceanicus* (Pisces: Gobiidae) foi a principal isca utilizada nos petrechos de linha e anzol.

Os exemplares de *D. gutatta* foram identificados com auxílio de bibliografia pertinente (Figueiredo, 1977; Gomes *et al.*, 2000; Santos & Carvalho, 2004; Gomes *et al.*, 2012). Dos exemplares, foi discriminado o sexo, mensurado a largura do disco (*LD*), em centímetros, e a massa total individual (*MT*), em quilograma. Após a remoção, os estômagos foram fixados em solução de formalina a 10% neutralizada, e após 72 horas conservados em solução de etanol a 70%.

Procedimentos laboratoriais e análise dos dados

Após abertos, os estômagos foram classificados “com alimento” ou “sem alimento”, segundo a presença ou ausência deste. Considerou-se estômago vazio aquele que continha até 5% do volume total do estômago de itens digeridos e sem possibilidade de identificação. O conteúdo estomacal foi disposto em placa de petri para identificação taxonômica dos itens à olho nu ou em esteromicroscópio. O teste Qui-quadrado foi aplicado a fim de verificar diferenças na proporção de presença de alimento entre os estômagos obtidos pelas duas classes de petrechos.

Exemplares de *Gobionellus* sp. encontrados no conteúdo estomacal foram considerados como isca (e, portanto, não incluídos como item alimentar) se em baixo grau de digestão e/ou se havia, em seus corpos, anzóis aderidos ou ferimentos de anzóis.

A composição da dieta foi caracterizada por: frequência de ocorrência (**%FO**, número de vezes que um determinado item alimentar ocorreu nos estômagos em relação ao número total de estômagos com alimento), frequência numérica (**%N**, número total de indivíduos de um dado item alimentar em relação ao número total de indivíduos de todos os itens alimentares), porcentual gravimétrico (**%M**, peso de um dado item alimentar em relação ao peso total, considerando todos os itens alimentares) (Hynes, 1950, Hyslop, 1980), e Índice de Importância Relativa, $IIR = (\%N + \%M) * \%FO$ e $IIR = 100 * IIR / \sum IIR$, descrito por Pinkas *et al.* (1971) e modificado por Cortés (1997), respectivamente. Itens com **%FO**, **%N** e **%M** > 5% foram considerados como importantes, enquanto os demais, raros ou casuais.

Para análises da dieta em função da variação temporal e do tamanho (*i.e.* classes de *LD*) dos machos e fêmeas, os itens com $IIR < 5\%$ foram

agrupados em grandes grupos: Mollusca, Polychaeta, Stomatopoda, Sergestidae, Penaeoidea (*i.e.* Penaeidae e Solenoceridae), Pleocyemata, Caridea, Porcellanidae, Brachyura e Teleostei. Os itens *Balanoglossus*, Nemertea e vermes não identificados foram agrupados na categoria “outros”. Isso reduziu o ruído decorrente dos itens raros, tornando a análises e interpretação da variabilidade alimentar mais robusta.

Para análise do efeito do tamanho corpóreo e do sexo na dieta, os exemplares foram separados por sexo e em seguida, alocados em cinco classes de tamanho de *LD*: <31 cm; 31,5 – 46,5 cm; 46,5 – 61,5 cm; 61,5 – 76,5 cm; 76,5 – 91,5 cm; e 91,5 – 106,5 cm. Em seguida, caracterizou-se a composição alimentar de cada um dos grupos acima definidos, calculando o %IIR dos itens alimentares. Para investigar o efeito da sazonalidade na dieta, os indivíduos foram agrupados por estação sazonal e, então, calculou-se o %IIR. Os treze meses da amostra foram grupados em: verão1 (janeiro 2012 e fevereiro); outono (março a maio); inverno (junho a agosto); primavera (setembro a novembro) e verão2 (dezembro e janeiro 2013).

O efeito dos fatores de interesse (*i.e.* tamanho, sexo e estação sazonal) foi verificado com dendrograma construído por meio do coeficiente de Bray-Curtis aplicado à matriz dos valores %IIR dos itens alimentares e método de agrupamento UPGMA. A rotina *SIMPROF* (*SIMilarity PROfile* – Perfil de Similaridade) foi empregada nos dendrogramas a fim de testar a significância dos agrupamentos formados no cluster (Clarke & Warwick, 2006).

Brevemente, o *SIMPROF* é um teste de permutação da hipótese nula de que as amostras não diferem uma das outras na estrutura multivariada definida no dendrograma. No presente caso, testou-se a hipótese nula de ausência de efeito dos fatores de interesse. Em cada separação sucessiva no dendrograma, a hipótese nula de nenhuma estrutura interna (*i.e.* nenhum grupo discreto de sexo, tamanho e estação sazonal) foi testada comparando um teste estatístico que relaciona a área sob a curva gerada ao ser plotar o *rank* das similaridades Bray-Curtis (do menor ao maior) contra seus valores de similaridade ordenados (o perfil de similaridade) para uma distribuição nula, obtida permutando aleatoriamente a matriz de %IIR. O processo é repetido em cada nó do dendrograma. Atribuiu-se efeito dos fatores de interesse na

estruturação da dieta quando houve agrupamentos significativamente distintos ($P < 0,05$) em função de tais fatores.

Nos agrupamentos formados, realizou-se a análise de porcentagem de similaridade (*SIMilarity PERcentage -SIMPER*) (Clarke & Warwick 2006), para verificar a contribuição dos itens responsáveis pelas formações de tais agrupamentos.

A fim de descrever a estratégia alimentar de *D. gutatta*, foi aplicado o método gráfico proposto por Costello (1990) e modificado por Amundsen *et al.* (1996). O método consiste num plano cartesiano composto pela %FO (eixo) e a abundância específica da presa (prey-specific abundance, P_i), que representa a contribuição percentual de uma presa em relação ao conteúdo total daqueles predadores na qual esta presa efetivamente ocorreu. Em termos matemáticos,

$$P_i = (\sum S_i / \sum S_{ti}) \times 100$$
, sendo S_i = conteúdo estomacal (no presente caso, quantidade em número) compreendido pela i , S_{ti} = conteúdo estomacal total (número total de presas) apenas naqueles estômagos em que presa i ocorreu (Amundsen *et al.*, 1996). Para considerações teóricas, ver Amundsen *et al.* (1996).

RESULTADOS

Dos 607 estômagos coletados, a grande maioria (81,4%, $n = 494$) continham itens identificáveis. Houve diferença significativa na proporção de estômagos vazios e com alimento entre os dois tipos de petrechos (redes, e linha e anzol; $\chi^2 = 4,9$; g.l.=1; $P = 0,03$). A proporção de indivíduos com alimento no estômago foi substancialmente superior naqueles provenientes dos petrechos linha e anzol (94,0%, $n=363$) daqueles oriundos das redes (59,3%, $n=131$).

Composição da dieta

A dieta de *D. guttata* foi constituída por 44 itens, pertencentes a sete grupos taxonômicos superiores: Crustacea (29 itens), Polychaeta (5 itens), Mollusca (3 itens), Teleostei (3 itens), Nemertea (1 item), Echinodermata (1 item) e Hemichordata (1 item) (Tab.2). Os *Gobionellus* sp. considerados como isca ocorreram em apenas 6,07% dos estômagos (Tab.2).

Considerando o %IIR, observou-se que os crustáceos Thalassinidea (57%) e Alpheidae (34%) foram os itens principais da dieta (Tab.1; Fig.2). Em termos de ocorrência, Alpheidea foi o item mais importante (49%), seguido de Thalassinidea (25%), o qual também exibiu as maiores contribuições em frequência numérica (46%) e em massa (68%).

Os itens Mollusca, Polychaeta (principalmente Capitellidae), Holothuroidea, Teleostei e alguns crustáceos, como Pleocyemata “não identificáveis” e os braquiúros; Portunidae, Grapsidae e Pinnotheridae, foram relativamente frequentes (FO>5%), porém exibiram baixa contribuição em número e massa (Tab.1).

Variação da dieta por classe de tamanho de machos e fêmeas

Dos estômagos com alimento, 283 eram de fêmeas e 211 de machos, sendo a proporção de fêmea significativamente maior ($\chi^2=4,8$; g.l. = 1; $P = 0,03$). O dendrograma (Fig.3) e a matriz triangular de similaridades (Tab.3) indicam consistente diminuição da similaridade na dieta com o incremento da LD. O dendrograma resultou na formação de dois grupos significativamente distintos (*SIMPROF*, $P < 0,05$): **G1**, composto tanto por fêmeas e machos menores que 61,5 cm LD; e **G2** composto unicamente por fêmeas maiores do que 61,5 cm LD (Fig.3). Isso indica um efeito do tamanho corpóreo preponderante sobre o efeito do sexo na dieta.

A análise *SIMPER* indicou que a similaridade média da dieta dentro de **G1** e **G2** foi elevada (Similaridade Bray-Curtis >74), principalmente entre as fêmeas maiores (**G2**, Similaridade Bray-Curtis = 85,2). Para o **G1**, os itens Alpheidae, Thalassinidea e Brachyura contribuíram, em conjunto, com cerca de 90% da similaridade intragrupo, tendo Alpheidae como o mais abundante e importante para tal similaridade (Tab.4). Para o **G2**, Thalassinidea foi o item mais abundante e contribuiu com 95% da similaridade dentro do grupo (Tab.4). A análise *SIMPER* também indicou elevada dissimilaridade (61%) entre os grupos. A distinção alimentar entre G1 e G2 foi explicada pela variação da importância dos dois itens principais da dieta, Thalassinidea e Alpheidae, os quais, em conjunto, foram responsáveis por mais de 80% dessa segregação (Tab.5). Com base no %IIR, observa-se essa mudança na dieta, com a

importância de Thalassinidea aumentando e a de Alpheidae diminuindo, conforme o aumento do tamanho (Tab.2; Fig.4).

Variação temporal da dieta

O dendrograma (Fig.5) e matriz triangular de similaridades (Tab.7) indicam, em geral, elevada similaridade na dieta ao longo das estações sazonais. O dendrograma indicou a formação de dois grupos significativamente distintos (*SIMPROF*, $P < 0,05$) e compostos, principalmente, por estações sazonais consecutivas: **E1**, composto por verão1, primavera e verão2; e **E2**, composto por inverno e outono (Fig.5). A similaridade dentro dos grupos foi, em geral, elevada (Similaridade de Bray-Curtis $> 83\%$), com Thalassinidea e Alpheidae responsáveis por mais de 80% na similaridade dentro de ambos os grupos (Tab.8).

A formação desses grupos sazonais, que apresentaram baixa dissimilaridade entre si (27,3%), é explicada pela variação da importância de Thalassinidea e Alpheidae (Fig.6), sendo responsáveis por mais de 72% dessa dissimilaridade (Tab.9).

Estratégia alimentar

No gráfico de estratégia alimentar (Fig.7), a maior parte dos itens alimentares localizou-se na parte inferior do gráfico, indicando que a população de *D. guttata* exibe um amplo nicho trófico e uma estratégia alimentar generalista. A localização de Sergestidae e Thalassinidae na parte esquerda superior do diagrama sugere que um pequeno grupo de indivíduos da população especializou-se em tais itens (Fig.7).

DISCUSSÃO

O presente estudo fornece, pela primeira vez, informações consistentes sobre a dieta e ecologia alimentar da raia *D. guttata* na BTS, um dos principais componente bentônico desse ecossistema. As informações geradas, neste trabalho, poderão subsidiar o entendimento do funcionamento desse ecossistema, contribuindo substancialmente para o manejo da área.

Verificou-se que, *D. guttata* apresentou baixa vacuidade estomacal (18,6%), fato encontrado para diversas espécies de dasiátídeos, tais como: *Dasyatis lata*, com cerca de 90% de estômagos com alimento (Dale *et al.*,

2011); *Dasyatis guttata*, com 95% dos estômagos com alimento (Carvalho-Neta & Almeida, 2001), entre outros (Gianeti, 2011; López-Garcia *et al.*, 2012). Tal fato pode ser justificado pelo hábito de forrageamento contínuo dessa família (Wetherbee & Cortés, 2004; Robinson *et al.*, 2007), o que resulta em uma maior ocorrência de estômago com alimentos.

Neste trabalho, a vacuidade estomacal foi significativamente diferente entre os exemplares obtidos pelas duas classes de petrechos (redes; e linha e anzol). A elevada vacuidade dos exemplares obtidos pelas redes (40,7%) pode ter referência às particularidades da operacionalidade do petrecho, horário de atividade alimentar e tempo de digestão. As redes de espera permanecem imersas durante um período longo, entre 12 e 24 horas, assim, sugere-se que, a digestão e o trânsito de alimento no tubo digestório dos indivíduos capturados por esses petrechos, prossiga enquanto o animal está vivo. Em um estudo com o tubarão *Triakis semifasciata*, um tubarão bentônico de hábito oportunista, a evacuação gástrica total ocorreu, em aproximadamente, 28 horas após cessar a tomada de alimento (Kao, 2000).

Em contrapartida, os exemplares capturados com o uso linha e anzol estão, provavelmente, em atividade alimentar, à procura de presas, como as iscas utilizadas nesses petrechos; além disso, o tempo entre a captura e a despesca é relativamente curto, em média de quatro horas. Tais fatores devem justificar a maior proporção de estômagos com alimento (94%), em relação aos provenientes das redes.

Os indivíduos da população de *D. guttata* na BTS, em geral, apresentam um amplo nicho trófico e uma estratégia alimentar generalista. A dieta é composta basicamente por uma ampla variedade de organismos bentônicos da infauna e epifauna. Esse hábito alimentar é amplamente conhecido entre os dasiatídeos (Yeldan *et al.*, 2009; Gianeti, 2011; López-Garcia *et al.*, 2012) por viverem associados ao substrato e apresentarem adaptações morfofisiológicas para o forrageamento e captura desses organismos.

As características dessas raias limitam o uso da visão para busca de presas, que são percebidas, preferencialmente, pelo sistema auditivo, eletroreceptor e mecanoreceptor (Casper *et al.*, 2003; Tillett *et al.*, 2008; Wetherbee *et al.*, 2012). Tais sistemas permitem que a raia encontre presas enterradas e que produzem sons de baixa frequência, como vermes e

poliquetas, ou sons de alta frequência, como os produzidos pelos crustáceos tubícolas quando movimentam seus apêndices (Casper *et al.*, 2003). A captura desses organismos é realizada principalmente com o auxílio das nadadeiras peitorais (Gray *et al.* 1997) e sucção por protrusão da maxila e bombeamento da cavidade orofariangeana (Motta, 2004; Wilga *et al.*, 2012).

Dentre os itens consumidos, os crustáceos, principalmente Thalassinidea e Alpheidae, foram os mais importantes. O hábito carcinófago de espécies dessa família, aparentemente, é um padrão comum (Yeldan *et al.*, 2009; Gianeti, 2011; López-Garcia *et al.*, 2012; O'Shea *et al.*, 2013; Jacobsen & Bennett, 2013; Costa *et al.*, 2015). No entanto, a o táxon e a quantidade de crustáceo ingerido parece variar de acordo com a disponibilidade desses no ambiente. Por exemplo, há variação dos itens principais da dieta de *D. guttata*, entre exemplares do presente estudo, do Rio Grande do Norte e do Maranhão, regiões situadas mais ao norte da área de estudo. No Rio Grande do Norte, a dieta foi composta principalmente pelo camarão *Ogyrides alphaerostris* e o bivalve Tellinidae, (Gianeti, 2011). Na costa do Maranhão, os itens principais foram Brachyura e Polychaeta (Carvalho-Neta & Almeida, 2001). Diversos trabalhos relacionam diferenças de dieta com a localização geográfica (Cortés & Gruber, 1990; Simpfendorfer *et al.*, 2001; Bethea *et al.*, 2004) ou a diferenças nas condições oceanográficas (Cortés *et al.*, 1996; McElroy *et al.*, 2006; Bethea *et al.*, 2007). Garantindo sua existência em múltiplos habitats costeiros.

A elevada abundância de Thalassinidea e Alpheidae na dieta indica que essas presas exerçam importante aporte nutricional de *D. guttata* na BTS. Dado o hábito generalista e oportunista da espécie, sugere-se que tais crustáceos sejam abundantes no bentos local, para o qual, até o momento, não há informações consistentes abundância, composição de espécies e distribuição. Um estudo realizado na Austrália, com cinco espécies de dasyatídeos (*Neotrygon kuhlii*, *Pastinachus atrus*, *Taeniura lymna*, *Urogymnus asperrimus* e *Himantura uarnak*) revelou que tais espécies exploram preferencialmente os itens também mais abundantes do ecossistema (O'Shea *et al.*, 2013). A ingestão dos itens mais abundantes pode ser uma característica essencial para a coexistência dessas espécies, visto que por não ser um fator limitante, essas espécies, provavelmente, não competem por esse recurso (Vaudo & Heithaus, 2011).

A importância de Alpheidae na dieta pode estar relacionada à elevada abundância dessa presa na BTS e a ampla variedade de habitats ocupada por esse grupo. Na Bahia, tais camarões habitam desde regiões do entre-marés a profundidades de até 75 metros, e locais com substratos lamosos a areia grossa, recifes de corais e manguezais (Almeida *et al.*, 2006). Informações pretéritas da elevada importância desse item para *D. guttata* foi referida para a estação ecológica da ilha do Medo, na Baía de Todos os Santos (Queiroz *et al.*, 1993). Os camarões Alpheidae são também importantes para dasiatídeos nas regiões da Flórida e Mediterrâneo (Snelson & Williams 1981, Yeldan *et al.*, 2009).

Os Thalassinidea ocorreram em elevado número de estômagos, e foram os mais importantes em termos numéricos e em massa para um conjunto específico da população de *D. guttata* da BTS, o que pode estar relacionado ao; (I) provável elevado valor nutricional desse item em relação aos demais, e (II) a sua elevada abundância em fundos substratos lamosos, habitats predominantes BTS (Cirano & Lessa, 2007). Esse grupo é popularmente chamado de camarões de lama (“*mud-shimp*”) (Williams, 1993), vivem em galerias no sedimento, principalmente lamoso, desde o subtidal a mar profundo (Coelho *et al.*, 1997). São os organismos de infauna dominantes de locais arenosos e lamosos (Kinoshita, 2002). O elevado consumo desse item também foi relatado previamente para *D. guttata* na BTS (Queiroz *et al.*, 1993) A preferência alimentar da ingestão de Thalassinidea por *Neotrygon kuhlii*, uma espécie de dasiatídeo, foi testada em um experimento em face a disponibilidade de outros crustáceos, além disso, o consumo em massa dessa presas é relacionado positivamente ao aumento do tamanho da raia (Tillett *et al.*, 2008). Segundo o autor, essa preferência pode estar associada à habilidade dessa espécie em quebrar a carapaça dos talassinídeos, assim como o valor nutricional desse item.

Polychaeta e Mollusca foram também importantes em termos de ocorrência, contudo o elevado grau de digestão e fragmentação pode ter subestimado a análise numérica e gravimétrica. Teleostei foi importante em termos de ocorrência. Em um estudo realizado na costa do Havaí com *Dasyatis lata* (espécie com amplitude de tamanho similar ao do presente estudo, 35,0–94,9 cm *LD*), houve pouca contribuição de Teleostei e Polychaeta na dieta

(Dale *et al.*, 2011). Para a espécie *Dasyatis longa*, na costa Pacífica da Colômbia, Teleostei foi o principal item consumido, em termos de massa (56,6%), além de elevado valor numérico e de ocorrência, contudo vale ressaltar que essa raia atinge até 158 cm de *LD* e que a importância desse item aumenta conforme há um aumento de *LD* (López-Garcia *et al.*, 2012).

O tamanho corpóreo foi um fator preponderante sobre o sexo na variabilidade da dieta da população de *D. guttata* da BTS. Tal padrão parece ser uma característica usual entre os elasmobrânquios (Dale *et al.*, 2011; Gianeti, 2011; Grijalba-Bendeck *et al.*, 2012; López-Garcia *et al.*, 2012). No entanto, alguns estudos indicam partilha dos recursos entre machos e fêmeas, consequente de segregação espacial entre sexos (Gray *et al.*, 1997; McCord & Campana, 2003; Ebert & Cowley, 2003) e de diferenças do tamanho corpóreo entre os sexos (Simpfendorfer *et al.*, 2001; Yeldan *et al.*, 2009).

Em relação ao tamanho dos exemplares, houve diferença significativa na composição da dieta. Lucifora *et al.* (2009) relataram que o tamanho do corpo é um dos aspectos mais importantes para aquisição de alimentos. No presente estudo verificou-se que houve uma especialização das fêmeas maiores de capturar Thalassinidea, fato também encontrado para *Dasyatis chrysonata* na África (Ebert & Cowley, 2003). A dissimilaridade trófica em função do tamanho corpóreo foi causada pelo aumento na contribuição de Thalassinidea e diminuição no de Alpheidae, conforme o aumento da *LD*. Tal fato é associado a modificações morfológicas e habilidades associadas à captura das presas, como aumento de força (Hernandez & Motta, 1997; Hubert & Motta, 2004) e sucção (Carroll *et al.*, 2004) com o incremento da *LD*. Exemplares maiores são capazes de ingerir presas maiores e com maior mobilidade (Jacobsen & Bennett, 2011; Dale *et al.*, 2011). Por exemplo, Dale *et al.* (2011) encontraram uma relação positiva entre a *LD* de *Dasyatis lata* e o tamanho da abertura bucal, assim como a *LD* com a largura da carapaça de Portunidae. Ainda, exemplares maiores podem cavar mais profundamente e extrair itens antes indisponíveis aos jovens (Gray *et al.*, 1997).

Mudança na composição da dieta entre exemplares de classe de tamanhos distintas pode ser decorrente da segregação de habitat que ocorre com alguns dasiatídeos. Por exemplo, os menores exemplares (37-70 cm de *LD*) de *D. longa* na Colômbia consomem camarões e habitam locais lamosos, e

os maiores (100-158 cm de LD), Stomatopoda e habita fundos rochosos (López & Garcia *et al.*, 2012). Para as raias pequenas (<30cm de LD) de *D. chrysonata* na África os itens Amphipoda e Polychaeta são os principais e elas vivem em regiões mais afastadas da costa (*Offshore*), todavia, os maiores (>60cm LD) consomem principalmente Thalassinidea e vivem mais próximos da costa (*Surfzone* e *Nearshore*) (Ebert & Cowley, 2003).

A dieta de *D. guttata* também apresentou um claro padrão sazonal de ingestão de presas. Nos dois verões e primavera houve uma predominância de ingestão de Thalassinidea (E1). No outono e inverno (E2) a abundância desse item diminuiu e a contribuição de Alpheidae e Brachyura aumentou. Embora não haja informações sobre a variabilidade temporal na estrutura das populações de invertebrados bentônicos do local e quais os fatores ambientais estruturantes dessas populações, tal variabilidade pode estar relacionada à marcada sazonalidade hidrográfica do sistema que deve ter desdobramentos no ecossistema e conseqüentemente nas comunidades bentônicas. No verão, a condição marinha prevalece decorrente da penetração da Água Tropical (AT) na baía. No inverno, a condição é predominantemente estuarina devido à presença da Água Costeira (AC), proveniente de um maior aporte continental (Cirano & Lessa, 2007). A baía apresenta, também, claro padrão sazonal de precipitação (Lessa *et al.*, 2009; INMET, 2014). Durante o presente estudo, verificou-se um período seco, entre novembro e abril (final da primavera e meados do outono) e um chuvoso, entre maio e outubro (final do outono a meados da primavera) (IMNET, 2014). Além disso, há a sazonalidade do hidrodinamismo local, sendo maior no período chuvoso, o que pode afetar diretamente a percepção das presas pelas raias (Afonso *et al.*, 2014).

Os resultados desse estudo sugerem que na BTS, *D. guttata* é um predador bentônico generalista e, provavelmente, oportunista. Sugere-se que a mudança constatada na dieta em função ao incremento corpóreo se deva a um aumento dos requerimentos nutricionais individuais, aliado a um aumento na capacidade de captura de presas maiores, localizadas em camadas mais profundas do sedimento. Além disso, diferenças comportamentais, como a ocupação diferenciada de habitats de exemplares de classes de tamanho distintas pode ser um fator causal dessa mudança alimentar. A espécie

apresentou claro padrão sazonal alimentar, o que pode estar associado à marcada alteração sazonal nesse ecossistema.

Considerando uma potencial dominância dessa raia entre os mesopredadores da BTS e o fato dessa raia ser o principal componente nectônico pescado na BTS, trabalhos de dieta de *D. guttata* e de levantamento da macrofauna, com ênfase nas presas principais deve ser considerado futuramente para determinar o impacto da pesca da raia e de outros impactos antrópicos (e.g. poluição e desmatamento de manguezais) na estrutura trófica do ecossistema através de modelagens ecológicas (ECOPATH). Evidências indicam que após eliminação de presas primárias, os predadores apicais, como os tubarões, exibem diminuição no sucesso reprodutivo e do tamanho populacional (Chiaradia *et al.*, 2010). Estudos complementares, por meio de análises de isótopos estáveis, podem contribuir para a descrição da relação presa-predador da espécie na BTS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO A. S.; ANDRADE H. A.; HAZIN F. H. V. Structure and Dynamics of the Shark Assemblage off Recife, Northeastern Brazil. **PLoS ONE**. 9(7), e102369. 2014. doi:10.1371/journal.pone.0102369.
- ALMEIDA, A. O.; COELHO, P. A.; SANTOS, J. T. A.; FERRAZ, N. R. Crustáceos decápodos estuarinos de Ilhéus, Bahia, Brasil. **Biot. Neotrop.** 6(2), 1-24. 2006.
- AMUNDSEN, P.A., GABLER, H.M. & STALDVIK, F.J. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data: modification of the Costello (1990) method. **J. Fish Biol.** 48:607-614. 1996.
- BETHEA, D.; BUCKEL, J. A.; CARLSON, J. K. Foraging ecology of the early life stages of four sympatric shark species. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 268, 245–264. 2004.
- BETHEA, D. M.; HALE, L.; CARLSON, J. K.; CORTÉS, E.; MANIRE, C. A. E GELSLEICHTER, J. Geographic and ontogenetic variation in the diet and daily ration of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, from the eastern Gulf of Mexico. **Mar. Biol.** 152, 1009 – 1020. 2007.
- BIZARRO, J.J.; H.J. ROBINSON; C.S. RINEWALT & D.A. EBERT. Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA. **Environ. Biol. Fish.** 80 (2-3), 197-220. 2007.
- CARROLL, A. M.; WAINWRIGHT, P. C.; HUSKEY, S. H.; COLLAR, D. C.; TURINGAN, R. G. Morphology predicts suction feeding performance in centrarchid fishes. **J. Exp. Biol.** 207, 3873-3881. 2004.
- CARVALHO-NETA, R. N. F. & ALMEIDA, Z. S. Aspectos da alimentação de *Dasyatis guttata* (Elasmobranchii, Dasyatidae) na costa maranhense. **Bolm Lab. Hidrobiol.** 14/15, 77-98, 2001.
- CASPER, B. M.; LOBELA, P. S.; YAN, H. Y. The hearing sensitivity of the little skate, *Raja erinacea*: A comparison of two methods. **Environmental Biology of Fishes** v. 68, p. 371-379, 2003.
- CHARVET-ALMEIDA, P.; LINS, P. M. O.; ALMEIDA, M. P.; Diet composition of the whiptail stingray *Dasyatis colarensis* Santos, Gomes & Charvet-Almeida, 2004 (Chondrichthyes: Dasyatidae) in the Colares island region, Pará, Brazil. **Arq. Ciên. Mar.** Fortaleza, 41(2): 29 – 33. 2008.
- CHIARADIA, A.; FORERO, M. G.; HOBSON, K. A.; CULLEN, J. M. Changes in diet and trophic position of a top predator 10 years after a mass mortality of a key prey. **ICES J. Mar. Sci.** 67, 1-11. 2010.
- CIRANO, M.; LESSA, G. C. Oceanographic characteristics of the Baía de Todos os Santos. Brasil. **Rev. Bras. Geofís.** 25, 363-387. 2007.
- CLARKE, K.R.; GORLEY, R.N. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth. 2006.
- COELHO, P. A. Revisão das espécies de *Thalassinidea* encontradas em Pernambuco, Brasil (Crustacea, Decapoda). **Trab. Oceanog. Univ. Fed. PE**, 25, 137-161. 1997.
- CORTÉS, E.; GRUBER, S. H. Diet, Feeding Habits and Estimates of Daily Ration of Young Lemon Sharks, *Negaprion brevirostris* (Poey). **Copeia**, 1990 (1) 204-218. 1990.

- CORTÉS, E. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranchs fishes. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 54: 726-738, 1997.
- CORTÉS, E.; MANIRE, C. A.; HUETER, R. E. Diet, feeding habits, and diel feeding chronology of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, in Southwest Florida. **Bull. Mar. Sci.** 58(2): 353-367, 1996.
- CORTÉS, F.; JAUREGUIZAR, A. J.; GUERRERO, A. R.; DOGLIOTTI, A. Influence of estuarine and continental shelf water advection on the coastal movements of apron ray *Discopyge tschudii* in the Southwestern Atlantic. **J. Appl. Ichthyol.** 27, 1278-1285, 2011.
- COSTA, T. L. A.; THAYER, J. A.; MENDES, L. F. Population characteristics, habitat and diet of a recently discovered stingray *Dasyatis marianae*: implications for conservation. **J. Fish. Biol.** 86, 527-543, 2015.
- COSTELLO, M.J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. **J. Fish. Biol.** 36: 261-263.
- DALE, J. J.; WALLSGROVE, N. J.; POPP, B. N.; HOLLAND, K. N. Nursery habitat use and foraging ecology of the brown stingray *Dasyatis lata* determined from stomach contents, bulk and amino acid stable isotopes. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 433, 221-236, 2011.
- EBERT, D. A.; COWLEY, P. D. Diet, feeding behavior and habitat utilization of the blue stingray *Dasyatis chrysonota* (Smith, 1828) in South African waters. **Mar. Fresh. Res.** 54: 957-965, 2003.
- FIGUEIREDO, J. L. 1977. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, raias e quimeras. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 1-104p.
- GIANETI, M. D. Reprodução, alimentação, idade e crescimento de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) (Elasmobranchii; Dasyatidae) na região de Caçara do Norte - RN. 2011. 115 f. Tese (Doutorado em Ciências, área Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- GOMES, U. L.; SIGNORINI, C. N.; GADIG, O. B. F.; SANTOS, H. R. S. Guia para identificação de tubarões e raias do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. 234p.
- GOMES, U. L.; ROSA, R. S.; GADIG, O. B. F. *Dasyatis marianae* sp.n.: a new species of stingray (Chondrichthyes: Dasyatidae) from the southwestern Atlantic. **Copeia**. 2000 (2), 510 – 515. 2000.
- GRAY, A. E.; MULLIGAN, T. J.; HANNAH, R. W. Food habits, occurrence, and population structure of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Humboldt Bay, California. **Environ. Biol. Fish.** 49: 227-238, 1997.
- GRIJALBA-BENDECK, M.; POLO-SILVA, C.; ACEVEDO, K.; MORENO, F.; MOJICA, D. Aspectos tróficos y reproductivos de algunos batoideos capturados en Santa Marta, Mar Caribe de Colombia. **Lat. Am. J. Aquat. Res.**, 40(2): 300 - 315, 2012.
- HEITHAUS, M. R.; FRID, A.; VAUDO, J. J.; WORM, B.; WIRSING, A. J. Unraveling the ecological importance of elasmobranchs. In: Carrier, J. C., Musick, J. A.; Heithaus, M. R. (Eds): **Biology of sharks and their relatives II**. CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 611-637. 2010.
- HEITHAUS, M.R.; VAUDO, J.; KREICKER, S.; LAYMAN, C.A. Apparent resource partitioning and trophic structure of large-bodied predators in a

- relatively pristine seagrass ecosystem. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 481: 225–237. 2013.
- HERNANDEZ, L.P.; MOTTA, P.J. Trophic consequences of differential performance: ontogeny of oral jaw-crushing performance in the sheepshead, *Archosargus probatocephalus* (Teleostei, Sparidae). **J. Zool.** 243, 737–756. 1997.
- HUBER, D.R.; MOTTA P.J. Comparative analysis of methods for determining bite force in the spiny dogfish *Squalus acanthias*. **J. Exp. Zool.** 301A, 26–37. 2004.
- HYNES, H. B. N. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. **J. Anim. Ecol.** 19, 36–58. 1950.
- HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. **J. Fish Biol.** 17, 411–429. 1980.
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia, Ministério da Agricultura, Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/> >. Acesso em 03 de janeiro de 2014.
- ROSA, R; FURTADO, M. *Dasyatis guttata*, **IUCN Red list of threatened species**, Version 2011.2. International Union for Conservation of Nature. Disponível em: <www.iucnredlist.org>
- JACOBSEN, I. P.; BENNETT, M. B. Life history of the blackspotted whiplay *Himantura astra*. **J. Fish Biol.** 78, 1249–12. 2011.
- JACOBSEN, I. P.; BENNETT, M. B. A Comparative Analysis of Feeding and Trophic Level Ecology in Stingrays (Rajiformes; Myliobatoidei) and Electric Rays (Rajiformes: Torpedinoidei). **PLOS ONE** 8, 1–10. 2013.
- KAO, J.S. Diet, daily ration and gastric evacuation of the leopard shark (*Trakis semifasciata*), 107 f. Masters Thesis. California State University, California, Hayward, 2000.
- KOEN-ALONSO, M.; CRESPO, E. A.; GARCÍA, N. A.; PEDRAZA, S. N.; MARIOTTI, P. A.; BERÓN VERA, B.; MORA, N. J. Food habits of *Dipturus chilensis* (Pisces: Rajidae) off Patagonia, Argentina. **ICES J. Mar. Sc.**, 58: 288 - 297. 2000.
- KINOSHITA, K. Burrow structure of the mud shrimp *Upogebia major* (Decapoda: Thalassinidea: Upogebiidae). **J. Crust. Biol.** 22 (2): 474–480. 2002.
- LESSA, G.C.; CIRANO, M.; TANAJURA, C.A.S.; SILVA, R.R. Oceanografia Física. In: HATJE, V., DE ANDRADE, J.B. (Eds.): **Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos**. Salvador, EDUFBA, p. 161–206. 2009.
- LÓPES-GARCÍA, J.; NAVIA, A. F.; MEJÍA-FALLA, P. A.; RUBIO, E. A. Feeding habits and trophic ecology of *Dasyatis longa* (Elasmobranchii: Myliobatiformes): sexual, temporal and ontogenetic effects. **J. Fish B.** 80, 1563–1579. 2012.
- LUCIFORA, L. O.; GARCÍA, V. B., MENNI, R. C.; ESCALANTE, A. H.; HOZBOR, N. M. Effects of body size, age and maturity stage on diet in a large shark: ecological and applied implications. **Ecol. Res.** 24: 109–118. 2009.
- MAIA A.M.R.; WILGA, C.A.D., LAUDER, G.V. Biomechanics of locomotion in sharks, rays, and chimaeras. In: CARRIER J, MUSICK J, HEITHAUS M (Eds): **Biology of sharks and their relatives**, 2nd edn. CRC Press, Boca Raton, FL, p 125–151. 2012.

- MCCORD, M. E.; CAMPANA, S. A quantitative assessment of the diet of blue shark (*Prionace glauca*) off Nova Scotia, Canada. **J. Noorthw Atl. Fish. Sci.**, 32: 57-63. 2003.
- MCELROY, W.; WETHERBEE, B.; MOSTELLO, C.; LOWE, C.; CROW, G.; WAAS, R. Food habits and ontogenetic changes in the diet of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, in Hawaii. **Environ. Biol. Fish.** 76:81-92. 2006.
- MENNI, R. C.; LESSA, R. P. The chondrichthyan community off Maranhão (northeastern Brazil). II. Biology of species. **Act. Zool. Lilloana**, 44: 69-89. 1998.
- MORATO, T.; SOLÀ, E.; GRÓS, M. P.; MENEZES, G. Diets of thornback ray (*Raja clavata*) and tope shark (*Galeorhinus galeus*) in the bottom longline fishery of the Azores, northeastern Atlantic. **Fish. Bull.** 101, 590 – 602, 2003.
- MOTTA, P. J. Prey capture behavior and feeding mechanics of elasmobranchs. In: J. CARRIER; J. MUSICK; M. HEITHAUS (Eds): **Biology of Sharks and Their Relatives**, pp. 165-202. Boca Raton: CRC Press. 2004.
- MYERS, R. A.; J. K. BAUM; T. D. SHEPHERD; S. P. POWERS; C. H. PETERSON. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. **Science**. 315:1846–1850. 2007.
- NAVIA, A. F.; CORTÉS, E.; MEJÍA-FALLA, P. A. Topological analysis of the ecological importance of elasmobranch fishers: A food web study on the Gulf of Tortugas, Colombia. **Ecol. Modell.** 221, 2918-2926. 2010.
- NAVIA, A. F.; TORRES, A.; MEJÍA-FALLA, P. A.; GIRALDO, A. Sexual, ontogenetic, temporal and spatial effects on the diet of *Urotrygon rogersi* (Elasmobranchii: Myliobatiformes). **J. Fish Biol.** 78, 1213–1224. 2011.
- O'SHEA, O. R.; THUMS, M.; VAN KEULEN, M.; KEMPSTER, M. R.; MEEKAN, M. G., Dietary partitioning by five sympatric species of stingray (Dasyatidae) on coral reefs. **J. Fish Biol.** 82, 1805–1820. 2013.
- PINKAS, L.; OLIPHANT, M. S.; IVERSON, I. L. K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. **Calif. Fish Gam. Fish. Bull.** 152. 105 p. 1971.
- QUEIROZ, E.L.; SOUZA FILHO, J.J.; SIMÕES, F.M. Estudos da alimentação de *Dasyatis guttata* (Bloch e Schneider, 1801) na área de influência da Estação Ecológica Ilha do Medo, Bahia, Brasil. In: **Vi Reunião do grupo de trabalho sobre a pesca e pesquisa de tubarões e raias do Brasil**, Recife, p. 28, 1993.
- RINEWALT, C. S.; EBERT, D. A.; CAILLIET, G. M. Food habits of the sandpaper skate, *Bathyraja kincaidii* (Garman, 1908) off central California: seasonal variation in diet linked to oceanographic conditions. **Environ. Biol. Fish.** 80(2), 147-163. 2007.
- ROBINSON, H. J.; CAILLIET, G. M.; EBERT, D. A. Foods habits of the longnose skate, *Raja rhina* (Jordan and Gilbert, 1880), in central California waters. **Environ. Biol. Fish.** DOI 10.1007/s10641-007-9222-9. 2007.
- SANTOS, H.R.S.; DE CARVALHO, M.R. Description of a new species of whiptailed stingray from the southwestern Atlantic Ocean (Chondrichthyes, Myliobatiformes, Dasyatidae). **Bol. Mus. Nac. Rio de Janeiro**, 516: 1-24. 2004.

- SCENNA, L. B.; ROSA, S. B. G.; ASTARLOA, J. M. D. Trophic ecology of the Patagonian skate, *Bathyraja macloviana*, on the Argentine continental shelf. **ICES J. Mar. Sci.** 63: 867-874. 2006.
- SIMÕES, F. M.; QUEIROZ, E. L. O estudo dos hábitos alimentares de *Dasyatis americana* Hildebrand e Schoroeeder, 1928, na área de influência da estação Ecológica Ilha do Medo e águas adjacentes, Bahia, Brasil. In: **VII Reunião do grupo de trabalho sobre pesca e pesquisa de tubarões e raias do Brasil**, Fundação Universidade do Rio Grande – FURG - RS, p.64, 1995.
- SIMPFENDORFER, C. A.; GOODREID, A. B.; McAULEY, R. B. Size, sex and geographic variation in the diet of the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, from Western Australian waters. **Environ. Biol. Fish.** 61: 37–46, 2001.
- SNELSON, F. F. JR.; WILLIAMS, S. E. Notes on the occurrence, distribution, and biology of Elasmobranch fishes in the Indian River Lagoon System, Florida. **Estuaries**. 4, (2), 110-120. 1981.
- SOARES, L. S. H.; SALLES, A. C. R.; LOPEZ, J. P.; MUTO, E. Y.; GIANNINI, R. Pesca e Produção Pesqueira. In: HATJE, V., DE ANDRADE, J.B. (Eds.): **Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos**. Salvador, EDUFBA, p. 161-206. 2009.
- SOARES, L.S.H.; LOPEZ, J.P.; MUTO, E.Y.; GIANNINI, R. Capture fishery in the Northern Todos os Santos Bay, Topical Southwestern Atlantic, Brazil. **Braz. J. Oceanogr.** 59(1), 61-74, 2011.
- STEVENS, J.D.; BONFIL, R.; DULVY, N.K. & WALKER, P.A. The effects of fishing on sharks, rays, chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. **ICES J. Mar. Sci.** 57, 476 – 494, 2000.
- TILLET, B. J.; TIBBETTS, I. R.; WHITHEAD, D. L. Foraging behaviour and prey discrimination in the bluespotted maskray *Dasyatis kuhlii*. **J. Fish Biol.** 73, 1554–1561. 2008.
- VAUDO, J. J.; HEITHAUS, M. R. Dietary niche overlap in a nearshore elasmobranch mesopredator community. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 425: 247–260, 2011.
- WETHERBEE, M. & CORTÉS, E. Food consumption and feeding habits. In: CARRIER J; J MUSICK; M HEITHUS; C CARRIER (Eds): **Biology of sharks and their relatives**, pp. 225-246. CRC Press, Boca Raton. 2004.
- WETHERBEE, B.M.; CORTÉS, E.; BIZZARRO, J.J. Food Consumption and Feeding Habits. In: CARRIER J; J MUSICK; M HEITHUS; C CARRIER (Eds): **Biology of sharks and their relatives**, Edition 2, pp. 239-264. CRC Press, Boca Raton. 2012.
- WILGA, C.; STOEHR, A.A.; DUQUETTE, D.C.; ALLEN, R.M. Functional ecology of feeding in elasmobranchs. **Environ. Biol. Fish.** 95, 155-167. 2012.
- WILLIAMS, A.B. Mud shrimps, Upogebiidae, from the Western Atlantic (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea). **Smithson. Contr. Zool.** 544: 1-77. 1993.
- YELDAN, H.; AVSAR, D.; MANASIRLI, M. Age, growth and feeding of the common stingray (*Dasyatis pastinaca*, L., 1758) in the Cilician coastal basin, northeastern Mediterranean Sea. **J. Appl. Ichthyol.** 25 (Suppl. 1), 98–102. 2009.
- YOKOTA, L. & LESSA, R.P. Reproductive biology of three ray species: *Gymnura micrura* (Bloch & Schneider, 1801), *Dasyatis guttata* (Bloch &

Schneider, 1801) and *Dasyatis marianae* Gomes, Rosa & Gadig, 2000, caught by artisanal fisheries in Northeastern Brazil. **Ca. Biol. Mar.** 48, 249-257, 2007.

Figura 1. Área de estudo (Baía de Todos os Santos) e os locais de descarregamento São Francisco do Conde (1) e Bom Jesus dos Passos (BJP) de onde foram obtidos os exemplares para análise da dieta de *Dasyatis guttata*.

Figura 2. Principais presas de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos.
(A) Thalassinidea; (B) Alpheidae.

Figura 3. Dendrograma de similaridade (Índice de Bray-Curtis) da composição da dieta de machos (M) e fêmeas (F) de *Dasyatis guttata* em diferentes classes de tamanho de largura de disco. Composição de dieta descrita pelo %IIR. Grupos conectados por linha vermelha indica ausência de diferença significativa ($P > 0.05$). **F1 e M1** = 31,5 – 46,5 cm; **F2 e M2** = 46,5 -61,5 cm; F3=61,5-76,5 cm; F4=76,5-91,5 cm; F5= 91,5-106 cm LD.

Figura 4. Variação do %IIR dos principais itens em relação do tamanho (classes de tamanho – LD em cm) de machos e fêmeas de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos. Número em parênteses indica quantidade de estômagos com alimento analisados.

Figura 5. Dendrograma de similaridade (Índice de Bray-Curtis) da composição da dieta de *Dasyatis guttata* entre estações do ano. Indivíduos agrupados por estação sazonal. Dieta descrita por %IIR Grupos conectados por linha vermelha indica ausência de diferença significativa ($P > 0.05$).

Figura 6. Variação do %IIR dos principais itens da dieta de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos ao longo de estações sazonais. Número em parênteses indica quantidade de estômagos com alimento analisados.

Figura 7. Relação entre %Pi e %FO para representar a estratégia alimentar de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos.

Tabela 1. Frequência de ocorrência (%FO), Frequência numérica (%FN), Massa porcentual (%M) e Índice de Importância Relativa (%IRI) dos itens alimentares e dos respectivos táxons superiores presentes na composição da dieta de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos. n° total de estômagos contendo alimento = 494. n.i. = item não identificado. “*” - valor <0,01.

Itens Alimentares	%FO	%FN	%M	%IRI
Mollusca (total)	9,11	1,23	1,09	
Mollusca n.i.	4,45	0,40	0,38	0,07
Bivalvia	4,45	0,74	0,69	0,13
Rissoacea	1,21	0,10	0,02	
Polychaeta (total)	22,06	2,31	1,81	
Polychaeta n.i.	16,60	1,67	0,98	0,89
Capitellidae	5,67	0,56	0,75	0,15
Goniadidae	0,20	0,02		
Glyceridae	0,61	0,05	0,06	
Onuphidae	0,20	0,02	0,02	
Crustacea (total)	91,30	92,79	92,18	
Crustacea n.i.	10,32	0,87	1,42	0,48
Stomatopoda n.i.	2,83	0,53	0,21	0,04
<i>Squilla</i> sp.	1,82	0,29	0,51	0,03
<i>Pseudosquilla</i> sp.	0,20	0,02		
Camarão n.i.	13,36	2,61	0,32	0,79
Segestidae n.i.	0,40	0,03		
<i>Acetes americanus</i>	0,40	2,58	1,21	0,03
Penaeidae n.i.	7,09	1,65	1,75	0,49
<i>Rhimapenaeus constrictus</i>	1,21	0,58	0,25	0,02
<i>Litopenaeus schmitti</i>	1,01	0,13	1,03	0,02
<i>Sycyonia typica</i>	0,81	0,16	0,07	
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	0,20	0,03	0,07	
Solenoceridae	0,20	0,02	0,01	
Pleocyemata	6,07	0,62	0,32	0,12
Caridea n.i.	6,88	3,20	0,31	0,49
Alpheidae	48,58	24,63	9,98	34,02
<i>Ogyrides</i> sp.	4,66	1,41	0,08	0,14
Porcellanidae	1,01	0,10	0,01	
Brachyura n.i.	17,41	1,89	1,40	1,16
Callapidae	0,20	0,02		
Grapsidae	15,18	3,22	1,47	1,44
Parthenopidae	0,20	0,02		
Pinnotheridae	4,86	0,67	0,08	0,07
Portunidae	6,48	0,71	3,28	0,52
Xanthidea	3,44	0,61	0,34	0,07
Thalassinidea	24,49	45,97	67,98	56,49
Tanaidacea	0,40	0,03	0,08	
Flabellifera	1,42	0,18		
Gammaridea	0,40	0,03		
Holothuroidea	18,02	2,21	2,30	1,65
Balanoglossus	3,44	0,29	0,67	0,07
Nemertea	0,40	0,03	0,13	
Verme n.i.	0,20	0,02	0,08	
Teleostei (total)	12,55	1,12	1,75	
Teleostei	11,94	1,06	1,44	0,60
Anguilliformes	0,40	0,05	0,17	
<i>Gobionellus</i> sp.	0,20	0,02	0,14	
<i>Gobionellus</i> sp. (isca)	6,07			
Sedimento	5,06			
Material digerido	21,05			

Tabela 2. Índice de Importância Relativa (%IIR) dos itens alimentares de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos, por classe de Largura de Disco (LD-cm) de fêmeas e machos. n.i. = item não identificado. “*” valor <0,01.

Classes de LD (cm)	%IIR – Fêmeas					%IIR - Machos	
Itens Alimentares	31-46	46-61	61-76	76-91	91-105	31-46	46-61
Mollusca	0,21	0,25	0,04	0,37	0,32	1,53	0,65
Polychaeta	0,94	3,63	0,77	0,95	0,04	2,64	2,91
Crustacea n.i.	0,79	0,26	0,21	0,19	*	2,21	0,51
Stomatopoda	*	0,09	0,47	0,16	0,03	*	0,03
Camarão	5,50	0,36	*	*	*	0,42	2,99
Sergestidae	*	*	0,01	*	*	*	0,71
Penaeoidea	1,26	0,21	0,19	1,71	0,16	1,15	5,54
Pleocyemata	1,43	0,33	0,01	0,05	*	1,18	0,86
Caridea	0,57	0,19	0,01	*	0,03	0,55	0,92
Alpheidae	43,23	35,34	16,89	2,13	*	66,68	39,88
Porcellanidae	*	0,01	*	*	*	*	*
Brachyura	12,25	16,52	3,71	4,92	2,43	15,26	8,05
Thalassinidea	31,18	37,27	76,43	88,63	96,74	5,14	30,30
Tanaidacea	*	*	*	*	*	*	*
Flabellifera	*	*	*	*	*	*	*
Gammaridea	*	*	*	*	*	*	*
Holothuroidea	1,24	4,09	0,72	0,19	0,03	1,65	6,09
Teleostei	1,18	1,43	0,40	0,44	0,15	1,57	0,54
Outros	0,20	0,02	0,12	0,25	0,07	*	*
N estômagos	68	96	77	29	12	120	91

Tabela 3. Matriz de similaridade de Bray-Curtis da dieta de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos baseada em %IIR. F=Fêmea; M=Macho; 1= 31,5-46,5 cm de LD; 2 = 46,5-61,5 cm de LD; 3=61,5-76,5 cm de LD; 4=76,5-91,5 cm de LD; 5= 91,5-106 cm de LD.

	F1	F2	F3	F4	F5	M1	M2
F1							
F2	83,71						
F3	54,26	60,33					
F4	41,71	46,71	84,35				
F5	34,30	40,41	79,39	91,85			
M 1	68,29	63,06	28,09	15,53	8,30		
M 2	87,36	82,86	53,30	41,28	33,49	62,05	

Tabela 4. Análise *SIMPER* revelando os principais itens alimentares de *Dasyatis guttata* responsáveis pela similaridade entre os grupos G1 e G2, identificados por dendrograma e análise *SIMPROF* associada. **G1**= fêmea e machos com LD < 61,5 cm; **G2** = Fêmeas com LD > 61,5 cm.

Análise SIMPER Grupo 1: exemplares com LD <61,5 cm				
Itens alimentares	Similaridade Média	Média de %IIR	Contribuição (%)	Cumulativo (%)
Alpheidae	74,56	46,28	51,20	51,20
Thalassinidea		25,97	23,97	75,16
Brachyura		13,02	14,29	89,45
Análise SIMPER Grupo 2: exemplares com LD >61,5 cm				
Itens alimentares	Similaridade Média	Média de %IIR	Contribuição (%)	Cumulativo (%)
Thalassinidea	85,21	87,50	94,48	94,48

Tabela 5. Análise *SIMPER* revelando os principais itens alimentares de *Dasyatis guttata* responsáveis pela dissimilaridade entre os grupos G1 e G2, identificados por dendrograma e análise *SIMPROF* associada. **G1**= fêmea e machos com LD < 61,5 cm; **G2** = Fêmeas com LD > 61,5 cm.

Análise <i>SIMPER</i> entre Grupo 1 (LD<61,5cm) e Grupo 2 (LD>61,5cm)			
Itens alimentares	Dissimilaridade Média	Contribuição (%)	Cumulativo (%)
Thalassinidea	61,85	49,55	49,55
Alpheidae		32,29	81,84
Brachyura		7,55	89,39

Tabela 6. Índice de Importância Relativa (%IIR) dos itens alimentares de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos, por estação do ano. n.i. = item não identificado. “0” - valor <0,01.

Itens alimentares	Verão1	Outono	Inverno	Primavera	Verão2
Mollusca	0,42	0,98	0,51	0,06	0,32
Polychaeta	1,62	5,90	1,82	0,57	0,59
Crustacea n.i.	0,45	0,34	0,41	0,64	0,23
Stomatopoda	0,20	0,25	0,02	0,04	0,39
Camarão	2,58	0,29	0,47	0,99	0,61
Sergestidae	0,01	0,00	0,00	0,56	0,00
Penaeoidea	1,02	0,42	0,57	1,46	1,55
Pleocyemata	0,19	0,06	0,10	0,06	0,26
Caridea	1,69	0,86	1,15	1,00	0,40
Alpheidae	21,31	31,31	46,98	27,04	21,79
Porcellanidae	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Brachyura	7,83	20,01	9,92	6,45	8,49
Thalassinidea	60,14	37,01	36,22	58,37	63,43
Tanaidacea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Flabellifera	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04
Gammaridea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Holothuroidea	2,29	1,86	1,08	2,05	0,68
Teleostei	0,20	0,51	0,75	0,57	1,17
Outros	0,03	0,18	0,00	0,14	0,04
N estômagos	38	108	126	120	102

Tabela 7. Matriz de Similaridade de Bray-Curtis da dieta de *Dasyatis guttata* da Baía de Todos os Santos, por estação do ano.

	Verão1	Outono	Inverno	Primavera	Verão2
Verão1					
Outono	72,45				
Inverno	71,40	83,36			
Primavera	92,61	75,66	74,51		
Verão2	93,73	71,08	70,63	91,32	

Tabela 8. Análise *SIMPER* revelando os principais itens alimentares de *Dasyatis guttata* responsáveis pela similaridade entre os grupos E1 e E2, identificados por dendrograma e análise *SIMPROF* associada. **E1**= verão1, verão2 e primavera; **E2** = outono e inverno.

Análise <i>SIMPER</i> E1 : verão 1, primavera e verão 2				
Itens alimentares	Similaridade Média	Média de %IIR	Contribuição (%)	Cumulativo (%)
Thalassinidea		60,65	63,69	63,69
Alpheidae	92,57	23,38	23,19	86,89
Brachyura		7,59	7,46	94,35
Análise <i>SIMPER</i> E2 : outono e inverno				
Itens alimentares	Similaridade Média	Média de %IIR	Contribuição (%)	Cumulativo (%)
Thalassinidea		36,62	43,45	43,45
Alpheidae	83,36	39,15	37,56	81,01
Brachyura		14,97	11,90	92,91

Tabela 9. Análise *SIMPER* revelando os principais itens alimentares de *Dasyatis guttata* responsáveis pela dissimilaridade entre os grupos E1 e E2, identificados por dendrograma e análise *SIMPROF* associada. **E1**= verão1, primavera e verão2; **E2** = outono e inverno.

Análise <i>SIMPER</i> entre E1 e E2			
Itens alimentares	Dissimilaridade Média	Contribuição (%)	Cumulativo (%)
Thalassinidea		43,89	43,89
Alpheidae	27,37	28,80	72,69
Brachyura		13,47	86,16

Capítulo 5 - Conhecimento tradicional de aspectos biológicos e ecológicos de *Dasyatis guttata*: Subsídios para gestão pesqueira

INTRODUÇÃO

Os estuários tropicais estão entre os ecossistemas aquáticos mais produtivos do planeta, com rica biodiversidade em termos espécies e funções (Miranda *et al.*, 2002; Barbier *et al.*, 2011). Apesar disso, os estuários figuram entre os ecossistemas mais comprometidos pela ação antrópica (Worm *et al.*, 2006), fato que afeta os serviços ambientais fornecidos por esse tipo de sistema (e.g. recursos pesqueiros, áreas de berçários, beleza natural, entre outros (Barbier *et al.*, 2011). Na Baía de Todos os Santos (BTS), localizado na costa nordeste do Brasil, diversos são os impactos antrópicos, tais como desmatamento de extensas áreas de manguezais, descarga de efluentes industriais e sanitários, sobrepesca (Peixoto, 2008; Hatje *et al.*, 2009; Reis Filho *et al.*, 2014), uso de explosivos para a pesca e coleta indiscriminada de organismos ornamentais para o artesanato (Schaeffer-Novelli, 1989).

Embora afetado por uma ampla diversidade de estressores, a BTS é um ecossistema extremamente importante como provedor de alimento e gerador de empregos às populações locais por meio da pesca artesanal. Essa pesca representa uma atividade comercial expressiva, uma vez que é constituída por 6.052 embarcações, gerando produção média de 20.035 t/ano (desvio padrão $\pm$ 5.961 t) de pescados (IBAMA, 2008). Dentre os peixes descarregados, cerca de 940 t (5% do total) são de raias (IBAMA, 2008), que constitui a principal categoria de pescado da BTS (Soares *et al.*, 2009; 2011).

Os pescadores, de um modo geral, adquirem e acumulam conhecimentos acerca do ecossistema e de suas funções, história natural, comportamento e classificações das espécies (Diegues, 2001) e de aspectos ecológicos (e.g. hábitos, alimentação e reprodução) (Costa-Neto, 2000). Ao mesmo tempo, eles compreendem seu papel como agentes modificadores do ambiente (Burda & Schiavetti, 2008). Nesse contexto, o conhecimento ecológico tradicional dos pescadores (CET- sigla em inglês TEK - *Traditional Ecological Knowledge of Fishermen*) é uma fonte potencial de informações novas e/ou complementares sobre a biologia e ecologia das espécies e deve

ser considerado nas tomadas de decisões político-ambientais e em planos e gestão de conservação biológica e do uso sustentável dos recursos pesqueiros. A importância do CET está sendo cada vez mais reconhecida, por cientistas e tomadores de decisões, como uma importante fonte de informações e novas ideias para o estabelecimento de modelos de manejos ecológicos, conservação e recuperação de habitats (Berkes *et al.*, 2001; Huntington, 2011). Devido à essa característica e para esse fim, a Convenção das Nações Unidas sobre a Biodiversidade recomendou o reconhecimento, proteção e utilização do conhecimento tradicional (WRI/IUCN/UNEP, 1992).

Segundo Berkes (1999) e Berkes *et al.*, (2001), o CET representa o conjunto de percepções, informações e crenças sobre as relações dos seres vivos entre eles e com o ecossistema, as quais foram acumuladas e passadas de geração a geração pelos pescadores. Segundo esses mesmos autores, as informações e crenças obtidas são acumuladas e modificadas conforme a experiência e replicação do conhecimento. Além disso, o CET é um método holístico e menos dispendioso, em termos financeiros e de tempo, o qual é empregado no campo para a detecção de alterações nas populações dos peixes (Moore *et al.*, 2010).

Poucos são os trabalhos que investigam o conhecimento tradicional do pescador em relação aos tubarões e às raias. Alguns autores abordam o declínio de populações de elasmobrânquios, devido à elevada vulnerabilidade do grupo à pressão pesqueira (Sartor *et al.*, 2010; Barbosa Filho *et al.*, 2014); ou reúnem informações sobre espécies específicas, dado que são espécies vulneráveis, ameaçadas ou criticamente ameaçadas, ou que são consideradas “carismáticas” e culturalmente importantes (Leeney & Poncelet, 2013), como o tubarão-baleia (*Rhincodon typus*) (Stacey *et al.*, 2008; 2012), a raia-manta (Medeiros, 2012), e a raia-serra (*Pristis* sp.) (Leeney & Poncelet, 2013).

Estudos da percepção pelo pescador da biologia e ecologia de raias costeiras em ecossistemas tropicais ainda são escassos. Como exemplo desse cenário podemos citar a raia *Dasyatis guttata*, uma das principais espécies comercialmente importantes para a pesca artesanal da região nordeste (Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, 2011; Presente tese, Capítulo1) e classificada como

com “dados insuficientes” segundo a IUCN (2014), para qual não há estudos nessa temática (Rosa & Furtado, 2004).

Baseado nesse contexto, o presente trabalho objetiva descrever, em uma abordagem qualitativa e quantitativa, o conhecimento do pescador tradicional de *Dasyatis guttata* acerca de suas percepções sobre: (I) a influência dos fatores ambientais na pesca; (II) os impactos na produção pesqueira; (III) informações biológicas e ecológicas dessa espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em duas comunidades de pescadores da BTS: São Francisco do Conde - SFC (12° 37' 45" S - 38° 40' 50" O) e Ilha de Bom Jesus dos Passos - BJP (12° 45' 39" S - 38° 38' 28" O) (Fig.1), por meio de: (I) observações das atividades de despesca de *D. guttata*; (II) entrevistas livres (*i.e.* conversas informais); (III) e aplicação de questionário semi-estruturado de forma sistemática para os pescadores locais.

As observações de despesca e entrevistas livres (Fig.2) foram realizadas entre dezembro de 2011 e janeiro de 2013 em visitas mensais às comunidades. Essas visitas tiveram o intuito de conhecer os aspectos gerais da comunidade, do ecossistema fonte de seus recursos, da atividade pesqueira e do conhecimento da biologia e ecologia de *Dasyatis guttata*, além de deter as expressões linguísticas típicas locais.

O questionário (Tab.1) foi aplicado, entre novembro e dezembro de 2012, e foram iniciadas com a exposição pelo pesquisador sobre os objetivos e metodologias do estudo. O questionário foi dividido em três temáticas as quais englobaram: (I) percepções ambientais que influenciam a atividade pesqueira; (II) percepções de impactos antrópicos atuantes na produção pesqueira; e (III) informações biológicas e ecológicas de *Dasyatis guttata* (Tab.1; Fig.3). Consideraram-se todas as informações fornecidas pelos pescadores, como proposto por Marques (1991), pelo modelo da união das competências individuais. Durante o questionário foram apresentadas fotos da raia *D. guttata* tiradas durante as visitas, para se certificar de que as perguntas eram respondidas para essa espécie.

A amostra dos pescadores entrevistada foi obtida pelo método bola de neve, *snowball* (Bailey, 1994; Begossi *et al.*, 2004), partindo de entrevistados no

local de desembarque e ampliadas, pelas indicações destes pescadores. Foram consideradas as entrevistas dos pescadores “especialistas nativos”. Os “especialistas nativos” são pessoas autoreconhecidas e reconhecidas pela própria comunidade como culturalmente competentes (Marques, 1995). Foram selecionados os pescadores que atuam na atividade pesqueira na área há, no mínimo, 10 anos. Essa seleção teve como objetivo avaliar possíveis modificações da atividade pesqueira e das capturas de raias, nessa escala de tempo, ocasionada por mudanças ambientais e de impactos antrópicos na BTS. Para as informações biológicas e ecológicas de *D. guttata*, foram selecionados os pescadores que atuam há mais de 20 anos na captura de raias (Fig.2), pois, de acordo com Giglio *et al.* (2014), a maior precisão e consistência das informações são provindas de informantes com maior tempo na atividade de pesca.

Os pesqueiros citados durante essas entrevistas foram localizados em cartas náuticas, mapas participativos, por pescadores reconhecidos como “especialistas nativos”. Posteriormente, os pesqueiros foram grupados em quatro áreas categorizadas de acordo com as características oceanográficas e fisiográficas da BTS (Cirano & Lessa, 2007) (Fig.1). As particularidades de cada área estão detalhadas na Tabela 2. Esse agrupamento visou uma melhor visualização espacial do uso da BTS pelos pescadores e pelas raias.

Um total de dezoito (18) pescadores e um (1) comerciante de raia foi entrevistado, com idades variando entre 24 e 61 anos (média=48,8) e tempo de atuação na atividade pesqueira entre 12 e 49 anos (média=32,4). O comerciante entrevistado atua na função há aproximadamente 15 anos.

RESULTADOS

Percepções ambientais na pesca

Os fatores ambientais relacionados pelos pescadores de ambos os locais à atividade pesqueira foram (I) estação do ano e (II) a maré lunar (sizígia e quadratura). Tais fatores são determinantes na tomada de decisão do pescador sair ou não para pescar, escolher o esforço a ser empregado e o local de alocação dos petrechos (pesqueiro) (Tab.3).

Foi descrito que, no Estado da Bahia, de um modo geral, ocorrem duas estações marcantes as quais regem a dinâmica da atividade de pesca: o verão e o inverno. O verão, entre setembro e abril, corresponde ao período com maiores temperaturas do ar, ventos geralmente do quadrante Norte e menos intensos e há uma menor pluviosidade. Por outro lado, o inverno, entre maio e agosto, é o período com ventos predominantes do quadrante Sul e mais intensos e maior pluviosidade.

O verão foi considerado pela maioria dos entrevistados (66,6% para ambos os locais) como a melhor estação do ano para a pesca de raia, devido ao maior número de dias propícios à pesca e à presença de água mais quente. Os pescadores atribuem o maior número de dias viáveis para pesca, no verão, ao menor hidrodinamismo (calmaria, localmente denominada localmente de “assueira”) dessa estação. Ainda, segundo eles, a elevação da temperatura da água proporciona maior mobilidade ao peixe e consequente aumento de sua disponibilidade para a pesca (Tab.3). O descarregamento de raias maiores e a utilização de pesqueiros mais distantes do local de desembarque (e.g. área 4) foram situações registradas nesse período.

Em contraste, de forma unânime, o inverno foi relatado como a pior estação para a pesca. Os entrevistados expuseram que a presença chuva e de ventos mais intensos, presentes nesse período, é desfavorável à atividade pesqueira (Tab.3). Nesse período, constatou-se durante as visitas, que houve uma diminuição de frequência de saídas para a pesca e, quando realizada, uma maior utilização de pesqueiros mais próximos ao local de desembarque.

O segundo fator narrado como influente na atividade pesqueira foi a maré, a qual é determinada pelo ciclo lunar (Fig.4). Descrição detalhada da influência do ciclo lunar na atividade pesqueira foi relatada em entrevistas informais por diversos pescadores. No dia da lua cheia ou lua nova, a maré é denominada “cabeça d’água”, a qual corresponde ao dia de maior amplitude da maré. Nos dias subsequentes, entre cinco e seis dias, a amplitude da maré diminui sucessivamente, quando então é denominada “maré de quebra” ou “quebramento”. Assim que a maré alcança a menor amplitude, quando entra a fase de quarto crescente ou quarto minguante, esta é denominada “mort’água”.

Nos dias consecutivos, a maré aumenta sua amplitude sucessivamente, e, então, é denominada de maré de “lançamento” (Fig. 4).

Ainda, segundo os entrevistados, durante a influência das maiores amplitudes da maré (final de “lançamento”, na maré “cabeça d’água” e início da “quebra”), ela é denominada de “maré grande” (sizígia) e nas menores amplitudes da maré (final de “quebra” “maré mort’água”, início de “lançamento”), “maré morta”.

A influência do ciclo de marés para a atividade de pesca é descrita de forma distinta nas duas comunidades entrevistadas, segundo o petrecho utilizado. Em São Francisco do Conde, apenas a “arraieira” é utilizada, a qual consiste em uma rede de espera de fundo que permanece em operação, submersa, entre 12 e 24 horas. Segundo os entrevistados, há uma diminuição da operacionalidade durante a maré de sizígia quando a corrente e amplitude de maré são maiores; portanto, seu emprego é mais eficiente na maré de quadratura quando condições hidrodinâmicas opostas ocorrem (Tab. 3). Houve relatos de que a “arraieira” enrola sobre si mesma com a maior amplitude da maré e que os que saem para pescar nesse período, o fazem em pesqueiros mais abrigados das correntezas.

Em Bom Jesus dos Passos, são utilizados dois petrechos, a “grozeira” (um espinhel de fundo) e a “boia” (um petrecho de linha contendo um anzol em uma extremidade e uma boia de flutuação em outra). Ambos os petrechos é utilizado como isca um peixe Gobiidae vivo (principalmente *Gobionellus oceanicus*) capturado, geralmente, no dia anterior a pesca. Para esses petrechos, constatou-se a possibilidade de pesca em todas as fases lunares, embora tenha havido relatos de preferência para as menores amplitudes de maré (Tab.3). Tal preferência está relacionada à maior facilidade de captura da isca na maré de quadratura, comparando-se à sizígia. No entanto, muitos pescadores, ainda afirmaram que, se houver isca, a captura em biomassa é maior na maré de sizígia (V., comerciante de BJP: “*maré grande (sizígia) peixe grande, maré pequena (quadratura) peixe pequeno*”).

Além disso, a maré influencia diretamente na escolha do pesqueiro, como descrito pela totalidade de pescadores de BJP (Tab. 3). Na maré de quadratura, a maioria (66%) utiliza pesqueiros mais profundos, como os

localizados a oeste da BTS (Área 2). Já, na maré de sizígia, são utilizados locais mais rasos, como os situados a leste da BTS (Área 3). Tal como a maré, a quantidade de isca disponível também é determinante na escolha do pesqueiro, para a maioria (87%) (Tab.3). Quando há pouca isca disponível, a pesca é realizada, preferencialmente, em pesqueiros mais próximos do local de desembarque e nas “coroas” (formações circulares de substrato consolidado, composto principalmente por cascalho), considerados locais mais produtivos que os pesqueiros com fundo de lama (Tab.3).

Percepção de impactos na produção pesqueira

Os pescadores de ambos os locais relataram, de forma unânime, que a produção total diminuiu nos últimos 10 anos, fato percebido principalmente pela diminuição em peso (kg) da raia descarregada por dia, e secundariamente pela diminuição do tamanho dos exemplares (Tab. 4). Em ambos os locais, foi relatado o aumento do esforço de pesca ao longo dos 10 anos (e.g. número de anzóis e tamanho da rede). Em BJP e em SFC, há dez anos, utilizava-se entre 100-300 anzóis e 300-400 metros de rede por pescaria, e atualmente, são utilizados mais de 1.000 anzóis e em média entre 800-1000 metros de rede, respectivamente. Os entrevistados argumentaram que esse aumento do esforço pesqueiro ocorreu conforme houve diminuição da captura do pescado. Embora, alguns pescadores tenham a percepção da redução desse recurso, eles acreditam que é um bem que não irá se extinguir, em razão, segundo os mesmos, que essa espécie é que mais se reproduz no ambiente marinho, a reprodução dessa espécie é contínua, geram muitos filhotes (até 12) e iniciam a atividade reprodutiva desde tamanhos pequenos (5 kg).

Outros fatores causais frequentes referidos para a diminuição de produtividade pesqueira foram o desmatamento do manguezal (SFC=33,3%; BJP=56%) e a poluição pelas indústrias (SFC=100%; BJP=31,2%) (Tab.4). Em entrevistas informais, os seguintes episódios pretéritos foram relacionados à mortandade de peixes: o derramamento de petróleo, em 1992 e 2009, e o fenômeno da “maré vermelha”, ocorrido em 2007. A contaminação industrial foi mencionada por alguns, como prejudicial à saúde humana, através da ingestão de pescado contaminado.

Os pescadores de SFC também relataram que a existência de destroços industriais, os quais perdem parte de suas redes, em uma área de pesca utilizada por eles, chamada de “Dom João Mar”, na área 1 (noroeste da BTS), resultou em diminuição da produtividade. Esses destroços são partes submersas de torres de antigas plataformas de petróleo que operavam na região.

Percepções sobre a biologia e ecologia de *Dasyatis guttata*

Quatro nomes foram citados para *D. guttata*, sendo Arraia-branca e Arraia-de-lama os mais usuais (Tab.5). Essa espécie é considerada abundante na BTS pela maioria dos entrevistados, que complementaram que ela habita o local durante todo seu ciclo de vida. Os pescadores relataram que, na fase jovem, a espécie é mais abundante na área 1, e na fase adulta, nas demais (Fig.1); e que há predominância de fêmeas em todas as áreas (Tab.5).

Dados referentes à primeira maturação gonadal de fêmeas são amplamente conhecidos entre os pescadores (Tab.5), pois durante a esvisceração para preparar o pescado para venda eles reconhecem estruturas presentes em indivíduos na fase adulta, tais como: a presença de embriões, vestígios de vitelo e ovócitos vitelogênicos. Os ovócitos vitelogênicos foram denominados os “ovos” das fêmeas. Com relação aos machos, os pescadores relacionaram o menor tamanho alcançado ao tamanho da primeira maturação gonadal. Assim, foi relatado de que os machos atingem a primeira maturação com pesos menores do que as fêmeas ($4,2 \text{ kg} \pm 1,1$ e $7,5 \text{ kg} \pm 3,0$, respectivamente) (Tab.5).

A maioria (63,6%) não soube responder a época principal de parto (Fig.5), e ao longo de todo ano houve registros de fêmeas grávidas. O número de embriões declarado foi entre 2 e 13 filhotes, com a média de 5,2 por fêmea, sendo que alguns pescadores mencionaram que há uma relação positiva entre o tamanho da fêmea e número de embriões (Tab.5). Muitos ainda citaram que, normalmente, capturam fêmeas grávidas que dão à luz a seus embriões no momento da despesca. Além disso, de acordo com eles, esses embriões só sobreviverão se tiverem a cor cinza no dorso e se a marca amarela (bolsa de vitelo) no ventre estiver ausente.

Em relação à dieta, foram citados seis tipos de presas para *D. guttata*, sendo os peixes e os crustáceos, tamarus (Thalassinidea) e camarões, os itens principais; conhecimento que também foi adquirido no momento de evisceração do pescado (Tab.5). Alguns pescadores ainda relataram o comportamento dessa espécie de se alimentar na borda das “coroas” e em planícies de maré.

Dados de crescimento não foram obtidos, pois os pescadores não detinham tal conhecimento.

DISCUSSÃO

O presente estudo apresenta pela primeira vez as percepções de pescadores artesanais sobre a pesca, biologia e ecologia de *Dasyatis guttata*, que, embora seja um dos principais recursos pesqueiros da Baía de Todos os Santos (Soares *et al.*, 2009; 2011; Presente tese, Capítulo 1), não há informações sobre esses aspectos. O estudo etnobiológico é uma ferramenta importante para avaliar rapidamente possíveis ameaças ambientais e estabelecer prioridades de conservação e gestão (Jabado *et al.*, 2014). No entanto, os dois únicos estudos conduzidos no Brasil, até o momento, objetivando levantar conhecimentos tradicionais de aspectos ecológicos desse grupo (tubarões e raias) foram realizados recentemente (Medeiros, 2012; Barbosa Filho *et al.*, 2014). Esse fato exemplifica a lacuna de apropriação de conhecimentos etnobiológicos, e de um modo geral, do número insuficiente de grupos de pesquisa sobre essa temática. Além disso, até o momento não foi encontrada literatura que aborda o conhecimento do pescador sobre a biologia e ecologia de raias capturadas com fins econômicos, como *Dasyatis guttata*.

Os resultados apresentados permitem afirmar que, apesar dos pescadores de SFC e BJP possuírem pouco entendimento ecológico-científico e não dominarem a terminologia técnico-acadêmica, eles possuem um conhecimento compatível com as informações científicas. Esse conhecimento é fundamentado na captação (experimentações e reflexões) do padrão do comportamento das espécies e é transmitido por gerações (parentes e amigos) (Costa-Neto, 2000; Huntington, 2011).

Percepções ambientais na pesca

Os pescadores demonstraram possuir amplo conhecimento da sazonalidade de regime de ventos e precipitação, do ciclo lunar, do ciclo de marés e de padrões fisiográficos da baía (e.g. profundidade e tipo de fundo). Esse conhecimento os auxiliam na decisão de sair ou não para a pescaria, da escolha do local de pesca e do esforço a ser empregado, com vistas à maximização da produção. O conhecimento deles de que os fatores abióticos (e.g. profundidade, tipo de sedimento, temperatura, entre outros) estruturam a distribuição e a abundância das raia, e conseqüentemente influenciam na sua captura já foi registrado por outros autores (Ackerman *et al.* 2000; Schlaff *et al.*, 2014) e na presente tese (Capítulo 1). De acordo com Costa Neto (2000), os pescadores sabem quando e onde pescar, e que o sucesso da pesca depende desse conhecimento.

Dois cenários ambientais atuantes na região, cada qual associado a uma estação sazonal e a um padrão de pesca distinto foram identificados: (I) o verão (entre setembro e abril) caracterizado por predominância de ventos de quadrante Norte e menos intensos, temperaturas maiores, pouca precipitação; e (II) o inverno (entre maio e agosto) caracterizado por predominância ventos de quadrante Sul e de maior intensidade, temperatura menores, chuvas mais frequente e intensas. Esse distinto cenário ambiental também foi relatado por pescadores de outros municípios da Bahia, tais como Siribinha (Costa Neto & Marques, 2000), Valença (Ramires *et al.*, 2007), Ilhéus, Una e Canavieiras (Barbosa-Filho *et al.*, 2014).

O verão é a melhor estação para a atividade pesqueira, com maior frequência de pesca e a possibilidade de utilização de pesqueiros mais afastados do local de desembarque, como a região próxima a entrada da baía (área 4, Fig.1). Sugere-se que tais pesqueiros possam ser mais produtivos devido à maior profundidade e que a heterogeneidade de habitats disponíveis (cascalho, areia, lajes rochosas e recifes de corais) seja um fator positivo a atividade alimentar (Stoner, 2004; Presente tese, Capítulo 1). A presença de maiores exemplares em locais com maiores profundidades é um padrão comum em populações de elasmobrânquios (e.g. Snelson *et al.*, 1989). Da mesma maneira, habitats mais heterogêneos podem fornecer uma maior

amplitude de locais para forrageamento (Stoner, 2004; Katsanevakis *et al.*, 2009), contribuindo para uma maior abundância de raia.

Durante o inverno algumas raia tornam-se letárgicas, com a diminuição da temperatura (Cartamil *et al.*, 2003), o que poderia desfavorecer a sua captura durante o inverno. Contudo, esse aspecto deve ser averiguado com mais cuidado, visto que não há uma grande amplitude de temperatura da água na BTS (GIS DISC, 2014).

As condições climáticas do inverno, como a presença de ventos intensos e de chuva são fatores primordiais no momento de tomada de decisão da execução da atividade pesqueira (ir ou não ir pescar), do esforço a ser empregado (*i.e.* tempo efetivo gasto e número de anzóis ou tamanho da rede empregada) e do local de alocação do petrecho (pescueiro) (Burda & Schiavetti, 2008; Defeo *et al.*, 2013). Muitos pescadores não saem para pescar devido à diminuição de operacionalidade dos petrechos com o aumento do hidrodinamismo (“mar mais agitado”), causado pela maior influencia de correntes de maré e intensa velocidade de ventos. Guyomard *et al.*, (2004) verificaram a tendência de os anzóis afundarem mais lentamente, diminuindo a disponibilidade dos anzóis para os peixes.

Nessas condições, muitos pescadores utilizam-se de pesqueiros mais próximos ao desembarque, como a área 1 (Fig.1). Em locais mais próximos ao local de desembarque há uma maior proporção de indivíduos juvenis, e uma maior proporção de adultos conforme há um distanciamento do fundo da baía (Presente tese, Capítulo 2), fato que pode contribuir para uma menor produtividade para esse período (Presente tese, Capítulo 1). A escolha do local de alocação do petrecho em conformidade as condições climáticas é fundamental para o sucesso da atividade (Burda & Schiavetti, 2008), uma vez que os eventos climáticos estruturam o ecossistema e os elasmobrânquios mudam de habitats em resposta a esses eventos (Simpfendorfer & Wiley, 2006; Schlaff *et al.*, 2014).

Além da sazonalidade, foi registrado um conhecimento detalhado da influencia do ciclo lunar na pesca da raia, relevante, principalmente, para a adequada operacionalidade e alocação dos petrechos e maximização das capturas. Essa consistência do conhecimento etnobiológico foi demonstrada

em um estudo sobre a pesca e mariscagem de moluscos, siris e caranguejos em Acupe (região próxima de SFC), sendo o ciclo das marés um importante modulador dessas pescarias (Souto, 2004; 2007).

Há uma limitação de operacionalidade da “arraieira” relatada durante a maré de sizígia, que não ocorre na “grozeira” e “boia”. A preferência da maré de quadratura para esses dois petrechos é decorrente da maior facilidade na captura da isca (*Gobionellus* sp.) durante essa maré. Porém em termos de captura, caso haja isca, aparentemente, no período de maré de sizígia, segundo os pescadores e o encontrado no presente estudo (Presente tese, Capítulo 1) a produção é maior. Durante a maré de sizígia, ambientes antes emersos na quadratura, como por exemplo, planícies de maré, costões e lajes rochosas, tornam-se acessíveis para o forrageamento de raias (Smith & Merriner, 1985; Schlaff *et al.*, 2014). Neste momento, iniciam sua atividade alimentar e conseqüentemente aumentam a disponibilidade de captura.

A fase do ciclo lunar de maré também influencia diretamente o local de alocação da grozeira e da boia. Pesqueiros mais rasos localizados a oeste da BTS (Área 3, Fig.1) são preferenciais durante a sizígia, e pesqueiros mais profundos, como os localizados a leste da BTS (Área 2, Fig.1) são utilizados na quadratura. Essas escolhas também podem estar relacionadas ao conhecimento do pescador sobre um provável ciclo de forrageamento das raias conforme já mencionado.

Todavia, a escolha do local de alocação do petrecho é também influenciada pela quantidade de isca disponível. Para o pescador, quando há muita isca, o substrato não é importante, contudo quando a isca é limitada, são utilizados pesqueiros considerados mais produtivos, como ao redor das “coroas”. Essa percepção, possivelmente, está baseada no conhecimento do hábito carcinófago dessa espécie (López-García *et al.*, 2012; Jacobsen & Bennett, 2013; Presente tese, Capítulo 4), obtida pelos pescadores por meio da observação direta do conteúdo estomacal.

Percepção de impactos na atividade pesqueira

As informações sobre impactos antrópicos na atividade pesqueira são cruciais para identificar ameaças ambientais e estabelecimento de áreas prioritárias para a conservação. Visto que essas comunidades dependem

substancialmente dos recursos pesqueiros, elas geralmente são as primeiras a perceberem alterações no ecossistema, nos estoques pesqueiros e na qualidade do pescado (Jabado *et al.*, 2014).

Os problemas ambientais causados pela pesca excessiva, poluição por efluentes domésticos e industriais, supressão ou alteração de habitats (essencialmente os manguezais e estabelecimento de empreendimentos, como plataformas de petróleo) foram citados como os principais determinantes da diminuição da produção da pesca e até mesmo da diminuição do tamanho dos exemplares capturados, relações de causa e efeito já relatadas por outros autores (Sartor *et al.*, 2010; Burda & Schiavetti, 2008; Bunce *et al.*, 2008; Medeiros, 2012; Barbosa-Filho *et al.*, 2014). Os pescadores do arquipélago de Mascarenhas no Oceano Índico, citaram reduções de 75% nas capturas e de 83% no tamanho dos peixes, ao longo de algumas gerações (Bunce *et al.*, *op.cit.*). As causas citadas pelos entrevistados para a diminuição de produtividade são os usualmente apontados nas análises dos impactos da pesca (*e.g.* aumento do esforço pesqueiro) (Worm *et al.*, 2013; Fao, 2014; Dulvy *et al.*, 2014; Bunce *et al.*, *op.cit.*).

A diminuição da captura de raias e tubarões é uma situação generalizada ao longo do globo (Medeiros, 2012; Barbosa-Filho *et al.*, 2014; Dulvy *et al.*, 2014), sendo que a BTS não seria uma exceção. Apesar disso, alguns pescadores não acreditam que possa ocorrer o colapso do estoque ou a extinção local dessa espécie. Tal crença, também é citada por Barbosa-Filho *et al.* (2014) em pesquisa etnobiológica sobre cações em comunidades ao sul da Bahia, e é oposta ao conhecimento da vulnerabilidade desse grupo à sobrepesca (Stevens *et al.*, 2000; Dulvy *et al.*, 2014).

A relação entre perda do rendimento pesqueiro e perda dos ecossistemas de manguezais relatado na BTS pelos pescadores é um fato amplamente recorrente nas zonas costeiras subtropicais. Estima-se que cerca 35% dos manguezais no mundo foram perdidos (FAO, 2007), comprometendo inúmeras pescarias. Worm *et al.* (2006) calcularam que essa perda causou uma diminuição de 33% das pescarias viáveis das 69% das áreas de berçário no mundo.

O desmatamento dos manguezais e a poluição industrial como causadores da diminuição da captura das raias e de outras espécies são fatos amplamente reconhecidos (Schaeffer-Novelli, 1989; Medeiros, 2012; Barbosa-Filho *et al.*, 2014; Reis Filho *et al.*, 2014).

A diminuição da riqueza e abundância em assembleias de peixes em locais antropizados da BTS, devido ao desmatamento de manguezais e elevada taxa de assoreamento, no estuário do Paraguaçu, foi reportada por Reis Filho *et al.* (2014). Os frequentes desmatamentos, consequentes da expansão imobiliária e industrial da BTS, e ausência do ordenamento territorial e exploração exaustiva dos recursos econômicos é fato conhecido (Schaeffer-Novelli, 1989; Hadlich *et al.*, 2007).

A expansão industrial na BTS teve início com a instalação da refinaria Landulpho Alves (RLAM), em Mataripe (São Francisco do Conde), em 1950 e consequente inserção de diversas indústrias dos setores petroquímico, químico, automobilístico, metalúrgico, farmacêutico e alimentício, no seu entorno (Hatje *et al.*, 2009). Os mesmos autores ainda citaram que a contaminação por hidrocarbonetos é uma das principais consequências dos impactos antrópicos nos ambientes costeiros, sendo potencialmente um fator de risco à saúde pública. Essa contaminação afeta o equilíbrio do ecossistema, podendo, inclusive, diminuir sua produtividade. Alguns estudos concluíram que a proximidade com a fonte poluidora altera a estrutura da assembleia da macrofauna (riqueza e abundância) (Elías *et al.*, 2004; Riera *et al.*, 2013), e pode afetar, consequentemente, a conectividade da teia trófica local.

A presença de destroços industriais (dutos e torres) das antigas plataformas de petróleo na área de pesca “Dom João Mar” ocasiona frequentemente o enrosco das redes de emalhe dos pescadores de SFC, gerando perdas na produção. Em meados dos anos 50, um campo de extração de petróleo estava ativo nessa área. No final da década de 90, com a diminuição da produção e descoberta de novos campos, esse campo foi desativado e a Petrobrás iniciou a retirada das estruturas dos poços (tubulações, torres e pilares de sustentação). Contudo, a retirada desses materiais foi parcial (Peixoto, 2008). Essas estruturas, que antes, alegam os

pescadores, agregavam peixes, geram prejuízos à pesca e tornaram-se obstáculos para as redes utilizadas na pesca artesanal.

Percepções sobre a biologia de *Dasyatis guttata*

Quatro nomes foram citados para *D. guttata*, número similar encontrado por Barbosa-Filho *et al.*, (2014) para as espécies de cações da Bahia. A média de seis nomes comuns por espécie é usual para peixes marinhos tropicais (Freire & Pauly, 2005). Essa riqueza de nomes populares é interessante sob a perspectiva cultural e linguística (Freire & Pauly, 2003). Para a nomeação popular dos organismos são utilizados conhecimentos da morfologia (forma corpórea, cor e tamanho), periculosidade, utilidade, ecologia e comportamento (Clauzet *et al.*, 2007; Begossi *et al.*, 2008; Freire Pinto *et al.*, 2014). Os dois principais nomes citados são decorrentes da coloração da raia (Arraia-Branca) e de seu habitat (Arraia-de-Lama), que a difere das demais espécies de dasiatídeos coexistentes na BTS: *Dasyatis americana* e *Dasyatis marianae*. O padrão de coloração do dorso de *D. guttata* e *D. americana* é semelhante, com tonalidades acinzentadas, marrons a oliváceas (Bigelow & Schroeder, 1953). No entanto, nos poucos exemplares de *D. americana* observados em campo durante o presente estudo, havia manchas escuras circulares na região dorsal, fato que pode ser o responsável pela distinção de coloração entre esta espécie e *D. guttata* feita pelos pescadores.

Em relação ao habitat, *D. guttata* ocorre em ambientes lamosos e arenosos (Figueiredo & Menezes, 1977), enquanto as demais espécies (*D. americana* e *D. marianae*), em fundos calcáreos, bancos de areia e recifes de corais (Figueiredo & Menezes, 1977), distinção reconhecida pelos pescadores.

O conhecimento tradicional de que *D. guttata* é a espécie de raia mais abundante da BTS foi corroborado em campo, neste estudo (Presente tese, Capítulo 1). Sua abundância provavelmente está associada à grande extensão de fundos lamosos da BTS (Cirano & Lessa, 2007), o que representa elevada disponibilidade de habitats propícios para a espécie (Figueiredo & Menezes, 1977).

A percepção de que exemplares jovens são encontrados nas áreas mais próximas aos locais de desembarque é corroborado pelo uso de áreas rasas e mais costeiras como berçário pela espécie (Heupel *et al.*, 2007; Yokota &

Lessa 2007; Cerutti-Pereyra *et al.*, 2014). A maior ocorrência de fêmeas e raias adultas nas demais áreas é explicada, possivelmente, pela ocupação espacial diferenciada da população nessa fase do ciclo de vida, como demonstrado previamente (Jacoby *et al.*, 2011; Grijalba - Bendeck *et al.*, 2012) e diferenças de ingestão de presas desses extratos populacionais (Presente tese, Capítulo 4).

A maioria dos pescadores não sabia a época de maior frequência de partos, provavelmente por essa espécie reproduzir-se ao longo de todo ano (Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, 2011; Presente tese, Capítulo 2). Entretanto, a citação do verão, como a época principal de parto e cópula, é sustentando por dados da literatura (Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, 2011; Presente tese, Capítulo 2).

A variação do número de filhotes/fêmea por gestação (2-13 filhotes; média de 5), relatado pelos pescadores é um pouco mais elevada do que a registrada na literatura, com até 10 filhotes/fêmea (Gomes *et al.*, 2010), e padrão de dois embriões/ fêmea (Snelson, *et al.*, 1988; Raje, 2003; Smith *et al.*, 2007). A maior média de embriões (5 embriões/fêmea) informada, possivelmente, está relacionada ao fato de a maioria dos entrevistados utilizarem a “grozeira” e capturarem os exemplares grandes, apresentando certo viés para um número médio maior de embriões. Os maiores exemplares possuem uma maior capacidade de carregar embriões maiores e em maior número. Esse conhecimento de incremento de fecundidade é referenciado na literatura (Wourms & Demiski, 1993; Stevens *et al.*, 2000) e de domínio dos pescadores.

As informações obtidas sobre o tamanho de primeira maturação gonadal maior das fêmeas (7,5 kg $\pm$ 3,0) em relação aos machos (4,2 kg $\pm$ 1,1) concordam com a literatura científica (Thorson; 1983; Yokota & Lessa, 2007; Gianeti, 2011; Presente tese, Capítulo 2). Esse reconhecimento foi devido a observação de estruturas e relações corporais durante a despesca.

Em relação à dieta de *D. guttata*, os pescadores artesanais demonstraram ter um amplo conhecimento, elencando uma diversidade de possíveis presas. Segundo Souto (2004; 2007), a otimização da captura de diversos recursos pesqueiros está intimamente relacionada ao conhecimento de seu hábito (*e.g.*

habitats, dieta e reprodução) e comportamento. Dentre as presas citadas, os itens principais tamaru (Thalassinidea) e o camarão foram confirmados neste estudo (Presente tese, Capítulo 4). No capítulo 4 da presente tese, verificou-se pouca importância do item peixe para *D. guttata*. A discrepância da elevada importância dada a esse item pode ser decorrente do conhecimento de sua utilização como isca na captura da raia, superestimando a importância desse item em condições naturais. Barbosa-Filho *et al.*, (2014) também verificaram percepção apurada dos pescadores sobre a dieta de diversas espécies de tubarões na costa da Bahia.

Em síntese, conclui-se que o conhecimento tradicional dos pescadores de BJP e SFC sobre as variações espaciais e temporais do habitat, os impactos antrópicos sobre a produtividade pesqueira e a biologia e ecologia de *D. guttata* convergiu consistentemente com as informações científicas, portanto, sendo aqui validadas. Apesar dessa riqueza de saberes, esse conhecimento histórico, empírico e tradicional tem sido tradicionalmente negligenciado pela ciência e por tomadores de decisão. Diante disso, a integração do conhecimento tradicional e científico é crucial para o entendimento de padrões e fornecem informações para a elaboração e criação de áreas de proteções ambientais, portarias e leis de ordenamento pesqueiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN, J. T.; KONDRATIEFF, M. C.; MATERN, S. A.; CECH, J. J. JR. Tidal influence on spatial dynamics of leopard sharks, *Triakis semifasciata*, in Tomales Bay, California. **Environ. Biol. Fish.** 58 (1), 33-43. 2000.
- BAILEY K. Methods of social research. New York: The Free Press, 588p. 1994.
- BARBIER, E.B.; HACKER, S.D.; KENNEDY, C.; KOCH, E.W.; STIER, A.C.; SILLIMAN, B.R. 2011. The value of estuarine and coastal ecosystem services. **Ecol. Monogr.** 81, 169-193.
- BARBOSA-FILHO, M. L. V.; SCHIAVETTI, A.; ALARCON, D. T.; COSTA-NETO, E. M. "Skark is the man"! Etnoknowledge of Brazil's South Bahia fishermen regarding shark behaviors. **J. Ethnobiol. Ethnomed.** 10(54), 1-14. 2014.
- BEGOSSI, A., HANAZAKI, N. and RAMOS, R., 2004. Food chain and the reasons for food taboos among Amazonian and Atlantic Forest fishers (Brazil). **Ecol. Appl.** 14(5), 1334-1343.
- BEGOSSI, A.; CLAUZET, M.; FIGUEIREDO, J. L.; GARUANA, L.; LIMA, R. V.; LOPES, P. F.; RAMIRES, M.; SILVA, A. L.; SILVANO, R. A. M. Are Biological Species and Higher-Ranking Categories Real? Fish Folk Taxonomy on Brazil's Atlantic Forest Coast and in the Amazon. **Curr. Anthropol.** 49(2) 291-306. 2008.
- BERKES, F. Sacred ecology. Traditional ecological knowledge and resource management. Taylor & Francis, Philadelphia and London. 1999.
- BERKES, F.; MAHON, R.; McCONNEY, P.; POLLNAC, R. & POMEROY, R. Managing small-scale fisheries: alternative directions and methods. Ottawa, Canada: IDRC, 2001.
- BIGELOW, H.B.; W.C. SCHROEDER. Fishes of the western north Atlantic. Memoir Sears Foundation for Marine Research Number I. Part 2. Sawfishes, guitarfishes, skates and rays, 588 pp. 1953.
- BUNCE, M. L. D.; RODWELL, R.; GIBB.; L. MEE. Shifting baselines in fishers' perceptions of island reef fishery degradation. **Ocean. Coast. Manage.** 51: 285-302. 2008.
- BURDA, C. L. E.; SCHIAVETTI, A. Análise ecológica da pesca artesanal em quatro comunidades pesqueiras da Costa de Itacaré, Bahia, Brasil: Subsídios para a Gestão Territorial. **Rev. Gest. Cost. Integr.** 8(2): 149-168, 2008.
- CARTAMIL, D. P.; VAUDO, J. J.; LOWE, C. G.; WETHERBEE, B. M.; HOLLAND, K. N. Diel movement patterns of the Hawaiian stingray, *Dasyatis lata*: implications for ecological interactions between sympatric elasmobranch species. **Mar. Biol.** 142: 841-847. 2003.
- CERUTTI-PEREYRA, F.; THUMS, M.; AUSTIN, C.M.; BRADSHAW, C.J.A.; STEVENS, J.D.; BABCOCK, R.C.; PILLANS, R.D.; MEEKAN, M.G. Restricted movements of juvenile rays in the lagoon of Ningaloo Reef, Western Australia – evidence for the existence of a nursery. **Environ. Biol. Fish.** 97 (4): 371-383. 2014.
- CIRANO, M.; LESSA, G. C. Oceanographic characteristics of the Baía de Todos os Santos. Brasil. **Rev. Bras. Geofís.** 25, 363-387. 2007.
- CLAUZET, M.; RAMIRES, M.; BEGOSSI, A. Etnoictiologia dos pescadores artesanais da praia de Guaibim, Valença (BA), Brasil. **Neotrop. Biol. Conserv.** 2(3), 136-154, 2007.

- COSTA-NETO, E. M. Restrições e preferências alimentares em comunidades de pescadores do município de Conde, Estado da Bahia, Brasil. **Rev. Nutr.** 13(2): 117-126. 2000.
- COSTA-NETO, E. M.; MARQUES, J. G. W. Faunistic Resources Used as Medicines by Artisanal Fishermen From Siribinha Beach, State of Bahia, Brazil. **J. Ethnobiol.** 20(1):93-109, 2000.
- DEFEO, O.; M. CASTREJÓN; L. ORTEGA; A. M. KUHN; N. L. GUTIÉRREZ; J. C. CASTILLA. Impacts of climate variability on Latin American small-scale fisheries. **Ecol. Soc.** 18(4): 30. 2013.
- DIEGUES, A.C.S. Repensando e recriando as formas de apropriação comum dos espaços e recursos naturais. In: MOREIRA, A. C. C. (Ed.): **Espaços e recursos Naturais de uso Comum**, 1 ed., São Paulo: NUPAUB, v. 1, p. 97-124, 2001.
- DULVY, N.K.; FOWLER, S.L.; MUSICK, J.A., CAVANAGH, R.D.; KYNE, P.M.; HARRISON, L.R.; CARLSON, J.K., DAVIDSON, L.N.K.; FORDHAM, S.V.; FRANCIS, M.P.; POLLOCK, C.M.; SIMPFENDORFER, C.A., BURGESS, G.H.; CARPENTER, K.E.; COMPAGNO, L.J.V.; EBERT, D.A., GIBSON, C.; HEUPEL, M.R.; LIVINGSTONE, S.R.; SANCIANGCO, J.C., STEVENS, J.D.; VALENTI, S.; WHITE W.T. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. **eLIFE** 3. doi:10.7554/eLife.00590. 2014.
- ELÍAS, I.; RODRIGUEZ, A.; HASAN, E.; M. V. REYNA, M. V.; AMOROSO, R. Biological Observations of the Tope Shark, *Galeorhinus galeus*, in the Northern Patagonian Gulfs of Argentina. **J. Northw. Atl. Fish. Sci.** 35, 11, 2004.
- FAO [Food and Agricultural Organization of the United Nations]. The world's mangroves 1980–2005. FAO Forestry Paper 153. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy. 2007.
- FAO [Food and Agricultural Organization of the United Nations]. The State of World Fisheries and Aquaculture: Opportunities and challenges. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy. 2014.
- FIGUEIREDO, J. L. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, raias e quimeras. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 1-104p. 1977.
- FREIRE PINTO, M.; MOURÃO, J. S.; ALVES, R. R. N. Use of ichthyofauna by artisanal fishermen at two protected areas along the coast of Northeast Brazil. **J. Ethnobiol. Ethnomed.** 11(20):2-32. 2014.
- FREIRE, K. M. F.; PAULY, D. What's in there? Common names of Brazilian marine fishes. **Fish. Centr. Res. Rep.** 11(1): 439-444. 2003.
- FREIRE, K. M. F.; PAULY, D. Richness of common names of Brazilian marine fishes and its effect on catch statistics. **J. Ethnobiol.** 25(2): 279-296. 2005.
- GES DISC: Goddard Earth Sciences, Data and Information Services Center, Giovanni - Interactive Visualization and Analysis, Disponível em <<http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.
- GIANETI, M. D. Reprodução, alimentação, idade e crescimento de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) (Elasmobranchii; Dasyatidae) na região de Caiçara do Norte - RN. 2011. 115 f. Tese (Doutorado em Ciências,

- área Oceanografia Biológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- GIGLIO, V. J.; LUIZ, O. J.; GERHARDINGER, L. C. Depletion of marine megafauna and shifting baselines among artisanal fishers in eastern Brazil. **Anim. Conserv.** doi: 10.1111/acv.12178. 2014.
- GOMES, U. L.; SIGNORINI, C. N.; GADIG, O. B. F.; SANTOS, H. R. S. Guia para identificação de tubarões e raias do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010. 234p.
- GRIJALBA-BENDECK, M.; POLO-SILVA, C.; ACEVEDO, K.; MORENO, F.; MOJICA, D. Aspectos tróficos y reproductivos de algunos batoideos capturados en Santa Marta, Mar Caribe de Colombia. **Lat. Am. J. Aquat. Res.**, 40(2): 300-315, 2012.
- GUYOMARD, D.; DESRUISSEAU, M.; POISSON, F.; TAQUET, M.; PETIT, M. GAM analysis of operational and environmental factors affecting swordfish (*Xiphias gladius*) catch and CPUE of the Reunion Island longline fishery, in the South Western Indian Ocean. IOTC-2004-WPB-08, 2004.
- HADLICH, G.M.; CELINO, J.J.; UCHA, J.M.; SANTIAGO J.S. Geoquímica de metais traços em Apicuns (Planícies Hipersalinas) do campo de produção de petróleo Dom João, São Francisco do Conde, Bahia.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOQUÍMICA, 11., Atibaia, 2007. Anais... Atibaia, Sociedade Brasileira de Geoquímica, 2007. CD ROM.
- HATJE, V.; BÍCEGO, M.C.; CARVALHO, G.C.; DE ANDRADE, J.B. Contaminação Química. In: HATJE, V., DE ANDRADE, J.B. (Eds.): **Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos**. Salvador, EDUFBA, p. 243–299. 2009.
- HEUPEL, M. R.; CARLSON, J. K.; SIMPFENDORFER, C. A. Shark nursery areas: concepts, definition, characterization and assumptions. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 337, 287–297. 2007.
- HUNTINGTON B.E. Confronting publication bias in marine reserve meta-analyses. **Front. Ecol. Environ.** 9, 375–376. 2011.
- IBAMA, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente, *Monitoramento da atividade pesqueira no litoral nordestino – Projeto Estatpesca*. Boletim da Estatística da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil – 2006, Tamandaré, 385 p. 2008
- JABADO, R. W.; GHAI, S. M.; HAMZA, W.; HENDERSON, A. C., The shark fishery in the United Arab Emirates: an interview based approach to assess the status of sharks. **Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.** doi: 10.1002/aqc.2477. 2014.
- JACOBSEN, I. P.; BENNETT, M. B. A Comparative Analysis of Feeding and Trophic Level Ecology in Stingrays (Rajiformes; Myliobatoidei) and Electric Rays (Rajiformes: Torpedinoidei). **PLOS ONE** 8, 1–10. 2013.
- JACOBY, D. M. P.; CROFT, D. P.; SIMS, D.W. Social behaviour in sharks and rays: analysis, patterns and implications for conservation. **Fish. Fish.** 13(4), 399 – 417. 2011.
- KATSANEVAKIS, S.; MARAVELIAS, C. D.; DAMALAS, D.; KARAGEORGIS, A. P.; TSITSIKA, E. F.; CHRISTOS ANAGNOSTOU, C.; PAPAConstantinou, C.. Spatiotemporal distribution and habitat use of commercial demersal species in the eastern Mediterranean Sea. **Fish. Oceanogr.** 18:6, 439–457. 2009.

- LEENEY, R.H.; PONCELET, P. Using fishers' ecological knowledge to assess the status and cultural importance of sawfish in Guinea-Bissau. **Aquatic Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.** DOI: 10.1002/aqc.2419. 2013.
- LÓPEZ-GARCÍA, J.; NAVIA, A. F.; MEJÍA-FALLA, P. A.; RUBIO, E. A. Feeding habits and trophic ecology of *Dasyatis longa* (Elasmobranchii: Myliobatiformes): sexual, temporal and ontogenetic effects. **J. Fish Biol.** 80, 1563–1579. 2012.
- MARQUES, J. G. W. Aspectos ecológicos na ecologia dos pescadores do complexo estuarino – lagunar de Mundaú – Manguaba, Alagoas. 1991. 292f. Tese (Doutorado). UNICAMP, São Paulo, 1991.
- MARQUES, J. G. W. Pescando pescadores: uma etnoecologia abrangente no baixo São Francisco. São Paulo, NUPAUB-USP, 1995.
- MEDEIROS, M. C. A pesca Artesanal na Costa da Paraíba: Um enfoque Etnoecológico. 119 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação), Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande – PB, 2012.
- MIRANDA, L.B.; CASTRO, B.M.; KJERFVE, B. Princípios de Oceanografia física de estuários. São Paulo. Editora da Universidade de São Paulo. 2002. 424p.
- MOORE, J. E.; COX, T. M.; LEWISON, R. I.; READ, A. J.; BJORKLAND, R.; McDONALD, S. I.; CROWDER, L. B.; ARUNA, E.; AYISSI, L.; ESPETIT, P.; JOYNSON-HICKS, C.; PILCHER, N.; POONIAN, C. N. S.; SOLARIN, B.; KISZKA, J., 2010. An interview-based approach to assess marine mammal and sea turtle captures in artisanal fisheries. **Biol. Conserv.**, 143, 795–805. 2010.
- PEIXOTO, J. A. S. Baía de Todos os Santos: Vulnerabilidades e Ameaças. 2008. 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2008.
- RAJE, S. G., 2003. Some aspects of biology of four species of rays off Mumbai water. **Indian J. Fish.** 50(1): 89-96. 2003.
- RAMIREZ, M.; MOLINA, S. M. G. E HANAZAKI, N. Etnoecologia caiçara: o conhecimento dos pescadores artesanais sobre aspectos ecológicos da pesca. **Biotemas**, 20, (1), 101-113, 2007.
- REIS-FILHO, J. A.; CLISTENES, A.; SANTOS, A. Effects of substratum type on fish assemblages in shallow areas of a tropical estuary. **Mar. Ecol.** 1–15. 2014.
- RIERA, R.; TUYA, F.; RODRÍGUEZ, M.; MONTERROSO, O.; RAMOS, E. Confounding response of macrofauna from a confluence of impacts: brine and sewage pollution. **Acta Oceanol. Sin.** 32(10): 74-81. 2013.
- ROSA, R; FURTADO, M. *Dasyatis guttata*, **IUCN Red list of threatened species**, Version 2011.2. International Union for Conservation of Nature. Disponível em: www.iucnredlist.org.
- SARTOR, P.; ROSSETTI, I.; BALDUCCI, G.; LARICCIA, M. SBRANA, M.; RANIERI, S., Fishermen perceptions on the elasmobranch abundance evolution over time in the Italian trawl fisheries. **Biol. Mar. Mediterr.** 17 (1): 228-231. 2010.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o ecossistema manguezal. **Pub. Espec. Inst. Oceanogr.** 7:1-16, 1989.

- SCHALAFF, A. M.; HEUPEL, M. R.; SIMPFENDORFER, C. A. Influence of environmental factors on shark and ray movement, behavior and habitat use: a review. **Rev. Fish Biol. Fish.** 24:1089-1103. 2014.
- SIMPFENDORFER, C.A.; T.R. WILEY. National smalltooth sawfish encounter database. Mote Marine Laboratory Technical Report 1134. A final report for NOAA Purchase Order No. GA133F05SE5547. 13 pp. Available at: <https://dspace.mote.org/dspace/bitstream/2075/284/1/colin-%231134.pdf>. 2006.
- SMITH, W. D.; CAILLIET, G. M.; MELENDEZ, E. M. Maturity and growth characteristics of a commercially exploited stingray, *Dasyatis dipterura*. **Mar. Fresh. Res.**, 58: 54-66, 2007.
- SMITH, J.W.; J.V. MERRINER. Food habits and feeding behavior of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in lower Chesapeake Bay. **Estuaries** 8(3):305-310. 1985.
- SNELSON, F. F. JR.; WILLIAMS-HOOPER, S. E; SCHMID, T. H. Biology of the bluntnose stingray, *Dasyatis sayi*, in Florida Coastal Lagoons. **Bull. Mar. Sci.** 45(1): 15-25. 1989.
- SNELSON, F. F. JR.; WILLIAMS-HOOPER, S. E; SCHMID, T. H., 1988. Reproduction and Ecology of the Atlantic Stingray, *Dasyatis sabina*, in Florida Coastal Lagoons. **Copeia**, 1988, 3, 729-739. 1988.
- SOARES, L. S. H.; SALLES, A. C. R.; LOPEZ, J. P.; MUTO, E. Y.; GIANNINI, R. Pesca e Produção Pesqueira. In: HATJE, V., DE ANDRADE, J.B. (Eds.): **Baía de Todos os Santos: Aspectos Oceanográficos**. Salvador, EDUFBA, p. 161-206. 2009.
- SOARES, L.S.H.; LOPEZ, J.P.; MUTO, E.Y.; GIANNINI, R. Capture fishery in the Northern Todos os Santos Bay, Topical Southwestern Atlantic, Brazil. **Braz. J. Oceanogr.** 59(1), 61-74, 2011.
- SOUTO, F. J. B. Uma abordagem etnoecológica da pesca do caranguejo, *Ucides cordatus*, Linnaeus, 1763 (Decapoda, Brachyura), no manguezal do distrito de Acupe (Santo Amaro – BA). **Biotem.** 20(1), 69-80, 2007.
- SOUTO, F.J.B. A ciência que veio da lama: uma abordagem etnoecológica abrangente das relações ser humano/manguezal na comunidade pesqueira de Acupe, Santo Amaro, Bahia. 319 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2004.
- STACEY, N., KARAM, J., DWYER, D., SPEED, C. & MEEKAN, M. Assessing traditional ecological knowledge of whale sharks (*Rhincodon typus*) in eastern Indonesia: a pilot study with fishing communities in Nusa Tenggara Timur. Report Prepared for the Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts, Canberra. Darwin: School for Environmental Research, Charles Darwin University. Disponível em: <http://www.environment.gov.au/coasts/publications/assessing-whale-sharks.html/>. 2008.
- STACEY, N. E.; KARAMA, J.; MEEKANB, M. G.; PICKERINGA, S.; NINEF, J. Prospects for Whale Shark Conservation in Eastern Indonesia Through Bajo Traditional Ecological Knowledge and Community-based Monitoring. **Conserv. Soc.** 10(1): 63-75, 2012.
- STEVENS, J.D.; BONFIL, R.; DULVY, N.K. & WALKER, P.A. The effects of fishing on sharks, rays, chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. **ICES J. Mar. Sci.** 57, 476 – 494, 2000.

- STONER, A. W. 2004. Effects of environmental variables on fish feeding ecology: implications for the performance of baited fishing gear and stock assessment. **J. Fish Biol.**, 65: 1445-1471.
- THORSON, T. B. Observations on the morphology, ecology and life history of the euryhaline stingray, *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801). **Acta Biol. Venez.**, 11(4): p. 95-125. 1983.
- WORM, B.; BARBIER, E.B.; BEAUMONT, N.; DUFFY, J.E.; FOLKE, C. Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. **Science** 314: 787–790. doi: 10.1126/science.1132294. 2006.
- WORM, B., DAVIS, B., KETTEMER, L., WARD-PAIGE, C.A., CHAPMAN, D., HEITHAUS, M.R., KESSEL, S.T., GRUBER, S.H. Global catches, exploitation rates and rebuilding options for sharks. **Mar. Pol.** 40: 194-204. 2013
- WOURMS, J.P.; DEMSKI, L.S. The reproduction and development of sharks, skates, rays and ratfishes: introduction, history, overview, and future prospects. **Environ. Biol. Fish.**, 38, 7-21. 1993.
- WRI/IUCN/UNEP. World Resources Institute/World Conservation Union/United Nations Environment Programme 1992. Global Biodiversity Strategy. Washington (DC), Gland(Switzerland), and New York: WRI/IUCN/UNEP. 1992.
- YOKOTA, L. & LESSA, R.P. Reproductive biology of three ray species: *Gymnura micrura* (Bloch & Schneider, 1801), *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801) and *Dasyatis marianae* Gomes, Rosa & Gadig, 2000, caught by artisanal fisheries in Northeastern Brazil. **Ca. Biol. Mar.** 48, 249-257, 2007.

Figura 1. A Baía de Todos os Santos, sua localização na costa norte do Brasil, as quatro áreas de pesca (A1 – A4) e os locais de descarregamento (pontos vermelhos), onde 1= São Francisco do Conde, 2 = Bom Jesus dos Passos.

Figura 2. Fotos documentais. A) acompanhamento de pesca de raia por rede de espera em São Francisco do Conde (SFC), B) acompanhamento de limpeza e pesagem (kg) das raias em Bom Jesus dos Passos (BJP), e C) conversa informal com pescador de SFC.

Conhecimento Ecológico Tradicional		
Informantes (10 anos)	Percepção ambiental	estação vento chuva maré área de pesca
	Percepção de impacto	produção (kg) tamanho dos exemplares causa de declínio
Informantes (20 anos)	Percepção sobre <i>Dasyatis guttata</i>	nome popular abundância área utilizada dieta reprodução idade

Figura 3. Esquematização da aplicação do questionário três aspectos principais e respectivos itens abordados no questionário. () tempo em anos na atividade de pesca do entrevistado.

Figura 4. Ciclo e classificação da maré baseados nas fases lunares percebidos por pescadores de Bom Jesus do Passos e São Francisco do Conde (Bahia, Brasil) (extraído de Souto, 2004).

Tabela 1. Questões sistematizadas aplicadas aos pescadores de Bom Jesus dos Passos e São Francisco do Conde, Bahia.

Tipo de informação	Perguntas
Dados pessoais	1. Nome? 2. Há quantos anos exerce a atividade pesqueira?
Percepções da influência de fatores ambientais na captura da raia (<i>Dasyatis guttata</i>)	3. Qual a melhor e pior estação do ano para a pesca de raia (<i>Dasyatis guttata</i>) e por quê? 4. Para a captura de raia é melhor: (I) presença de vento, (II) ausência de vento, (III) indiferente; 5. Para a captura de raia é melhor: (IV) presença de chuva, (V) ausência de chuva, (VI) indiferente. 6. Qual a melhor maré para a captura da raia e por quê? 7. Qual a melhor área de captura (1-4) na maré de quadratura? 8. Qual a melhor área de captura (1-4) na maré de sizígia?
Percepções de impactos antrópicos na pesca de <i>Dasyatis guttata</i>	9. Em relação à produção ao longo dos últimos 10 anos: (I) aumentou, (II) diminuiu, (III) não alterou. 10. Em relação ao tamanho das raias ao longo dos últimos 10 anos: (I) aumentou, (II) diminuiu, (III) não alterou. 11. O declínio das capturas pode ser relacionado à qual impacto antrópico (causado pelo homem)? (I) poluição por efluentes sanitários, (II) poluição por indústrias diversas, (III) grande número de pescadores, (IV) mudança do clima, (V) desmatamento do manguezal, (VI) Outros? Quais?
Percepções ecológicas e biológicas de <i>Dasyatis guttata</i>	12. Qual o nome popular? 13. Ela é abundante na área? Por quê? 14. Quais as áreas (1-4) utilizadas para jovens e adultos? 15. O que ela come? 16. Quando é a época de parto? 17. Qual o número de filhotes por gestação? 18. Qual o peso médio de uma raia fêmea na primeira reprodução? 19. Qual o peso médio de uma raia macho na primeira reprodução? 20. Quantos anos uma raia vive?

Tabela 2. Classificação das áreas de captura de *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos, segundo Cirano & Lessa (2007).

Área de captura	Característica
Área 1	Presença abundante de manguezais, substrato principalmente de lama e areia e aporte continental (rio Subaé).
Área 2	Substrato de lama, areia, mosaicos de cascalho e aporte continental (rio Paraguaçu).
Área 3	Presença de manguezais degradados, substrato principalmente de lama, areia e recifes de corais.
Área 4	Substrato principalmente arenoso com lama e recifes de corais esparsos; local com maior influência oceânica.

Tabela 3. Percepção da influência de fatores ambientais dos pescadores na pesca de *Dasyatis guttata*, por local. Em itálico, as explicações das respostas.

Percepção de fatores ambientais	LOCAL	
	São Francisco do Conde (N=3)	Ilha de Bom Jesus dos Passos (n=16)
Melhor estação do ano para pesca (%)		
Verão	66,6	66,6
<i>Água quente - a raia entra mais na baía</i>	50,0*	100,0
<i>Maior frequência de pesca</i>	100,0*	
Outono	33,3	11,1
<i>A raia vem para costa para desovar</i>	100,0	100,0
Inverno		22,2
<i>Maior produção</i>		100,0
Pior estação do ano (%)		
Inverno	100,0	100,0
<i>Menor frequência de pesca</i>		
Vento – Condição favorável à pesca (%)		
Presença		11,1 (vento Norte)
Ausência	100,0	88,8
Chuva - Condição favorável à pesca (%)		
Ausência	100,0	77,7
Indiferente		22,2
Melhor maré (%)		
Sizígia		11,1
<i>Peixes maiores</i>		
Quadratura	100,0	77,8
<i>Facilidade de captura da isca</i>		
Indiferente		11,1
Fatores que influem no local de pesca (%)		
Maré		100,0*
<i>Sizígia – local raso e a leste da BTS</i>		53,3*
<i>Sizígia - local de menor correnteza</i>		53,3*
<i>Quadratura – local fundo e a oeste da BTS</i>		20,0
Isca disponível (pouca quantidade)		86,6*
<i>Locais próximos</i>		58,3
<i>Coroa (mais produtivo)</i>		41,7
Vento	66,6	
Tamanho da rede	33,3	
Pesqueiros na maré de quadratura (%)		
Área 1	100,0	22,2
Área 2		66,6
Área 3		
Área 4		11,1
Pesqueiros na maré de sizígia (%)		
	Não há pesca	
Área 1		
Área 2		30,0
Área 3		70,0
Área 4		

* Respostas múltiplas

Tabela 4. Percepção dos impactos ambientais e variação na produção de dos pescadores de *Dasyatis guttata*, por local.

Percepção de Impactos	LOCAL	
	São Francisco do Conde (N=3)	Ilha de Bom Jesus dos Passos (n=16)
Produção (kg) de raias (%)		
Diminuiu	100,0	81,25
Não alterou		18,75
Tamanho das raias (%)		
Diminuiu	100,0	25,0
Não alterou		75,00
Impactos Ambientais (%)		
Desmatamento do manguezal	33,3*	56,2*
Poluição por indústrias	100,0*	31,2*
Aumento do número de pescadores		18,8*
Efluentes sanitários		12,5*
Destroços de indústrias	66,6*	6,6*
Linha de gás		6,6*
Captura de raias grávidas		6,6*

* Respostas múltiplas

Tabela 5. Conhecimento etnobiológico sobre *Dasyatis guttata* na Baía de Todos os Santos. Número de entrevistados=11. Em itálico, as explicações das respostas.

ASPECTOS	RESPOSTAS
Nomes populares (%)	Arraia-branca (81,8)* Arraia-de-lama (45,4)* Arraia-verdadeira (9,1)* Arraia-de-duro (9,1)*
Abundante na área (%)	
Sim	81,8
<i>Local que vive todo seu ciclo de vida</i>	55,5*
<i>Local de berçário</i>	22,2*
<i>É a espécie mais abundante</i>	33,3*
Não	18,2
<i>Era há anos atrás</i>	100,0
Pesqueiros com raias jovens (%)	
Área 1	100,0
Pesqueiros com raias adultas (%)	
Áreas 2 e 3	80
Área 4	20,0
Fêmea	
Peso de exemplar na primeira maturação (kg)	
Amplitude	4,0 – 15,0
Média ± DP	7,5 ± 3,0
Macho	
Peso de exemplar na primeira maturação (kg)	
Amplitude	3,0 - 6,0
Média ± DP	4,2 ± 1,1
Não souberam responder (%)	18,2
Época de maior número de partos (%)	
Verão	8,2
Todos os meses	9,0
Toda maré de sizígia	9,1
Não souberam responder	63,6
Número de filhos/ gestação	
Amplitude	2 – 13
Média ± DP	5,2 ± 2,8
Depende do tamanho da mãe (%)	27,3
Itens alimentares (%)	Peixe (81,8)* Tamaru (72,7)* Camarão (63,6)* Siri (27,3)* Marisco (18,1)* Lula (9,0)*

* Respostas múltiplas

CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES

Neste estudo, são apresentados resultados pioneiros sobre a dinâmica espacial e temporal das capturas de *Dasyatis guttata* na BTS, revelando a variedade de fatores condicionantes de sua distribuição e estrutura. Além disso, esse estudo é o primeiro estudo abrangente sobre a biologia alimentar, reprodutiva e o crescimento da espécie na BTS.

A *D. guttata* é a espécie de raia mais abundante na BTS e suas capturas são significativamente importantes para o ecossistema, assim como para a comunidade pesqueira.

Com base nesse trabalho, pode-se concluir que a BTS é um ecossistema importante para a manutenção da população de *D. guttata*. Essa importância se deve porque esse ecossistema é utilizado pela espécie para parto, desenvolvimento e alimentação, bem como área de berçário. Assim, projetos de conservação da espécie devem priorizar esse ambiente tão singular.

O padrão de distribuição e a estrutura da população dessa espécie são determinados pela maré, profundidade e o tipo de sedimento. Durante a maré de sizígia a área de forrageamento é ampliada, para áreas de planícies de maré, costões e lajes rochosas. Indivíduos maiores são mais abundantes em áreas mais profundas e com sedimento mais heterogêneos.

As fêmeas de *D. guttata* foram dominantes nos descarregamentos, que pode indicar uma exploração diferencial por sexo ou migração dos machos para outras áreas. Verificou-se variação espacial ontogenética, com a maior proporção de exemplares jovens capturados na porção noroeste da baía, onde há maior concentração de manguezais, denotando que tal área seja utilizada como berçário.

Embora essa espécie se reproduza ao longo de todo o ano, dois picos reprodutivos da população da BTS ocorrem na primavera e verão (estação seca), consecutivamente. Os exemplares iniciam sua atividade reprodutiva com tamanhos elevados e idades avançadas. Verificou-se baixa fecundidade uterina, entre 2 e 3 embriões por gestação, crescimento lento ($k < 0,1$) e

elevada longevidade (superior a 18 anos). As fêmeas apresentam taxa de crescimento e comprimento assintótico maiores que os dos machos.

Dasyatis guttata é um mesopredador generalista, com um papel importante na cadeia trófica bentônica local, consumindo uma ampla variedade de organismos e, principalmente, os crustáceos Thalassinidea e Alpheidae. Mudanças na importância desses dois itens conferiram variações na dieta em relação à estação do ano e ao tamanho do exemplar.

As características biológicas e ecológicas descritas acima indicam elevada vulnerabilidade do estoque de *D. guttata* da BTS à sobrepesca. Somado a isso, verificou-se que a captura incidiu, principalmente, sobre os jovens e o extrato da população desovante.

Em relação ao conhecimento tradicional, verificou-se que os pescadores possuem informações detalhadas sobre aspectos biológicos e ecológicos das espécies. A elevada convergência entre o conhecimento do pescador e as informações da literatura e as aqui geradas indica que o uso desse conhecimento tradicional é apropriado para a elaboração de planos de ordenamento pesqueiro e conservação biológica e, portanto, devem ser utilizados no manejo local dessa espécie.

Desse modo, recomenda-se um monitoramento contínuo e mensal dos petrechos acompanhados neste trabalho seja implantado, considerando também, os petrechos aos quais os jovens são mais vulneráveis, como redes de arrasto. Essa abrangência permitiria melhor elucidação da dinâmica espacial de ocupação da espécie e, principalmente, sustentar a hipótese de que a zona mais interna da baía funcione como berçário.

Recomenda-se, também, que esse acompanhamento seja realizado em, pelo menos, três anos consecutivos, a fim de verificar possíveis flutuações interanuais de capturas. Concomitante a isso, é fundamental a obtenção de dados biológicos mensais, como os aqui descritos, a fim de investigar as variações interanuais, melhor elucidar o ciclo reprodutivo e o tempo de gestação, além de aprimorar os parâmetros de crescimento estimados para os machos.

Por fim, sugere-se um maior intercâmbio de informações da comunidade científica com a comunidade pesqueira. A conjugação do conhecimento tradicional e científico pode conferir maior rapidez e acuidade para preencher as lacunas de conhecimento existentes sobre os ecossistemas, a biologia e ecologia das espécies, facilitando a elaboração e criação de áreas de proteção ambiental, portarias e leis de ordenamento pesqueiro.